EQUIPOS Y SISTEMAS ELECTRONICOS

SITESA

Sociedad Internacional de Electrónica, S. A.

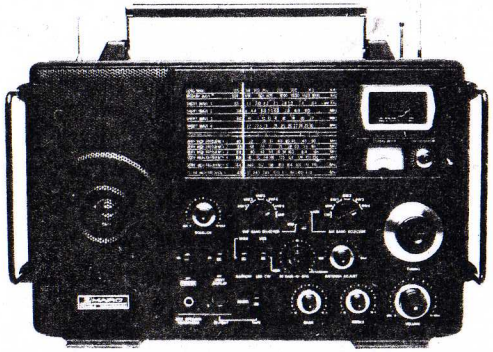
Muntaner, 44 Telf. (93) 254 80 05 Telex: 54.218 BARCELONA (11)

NOVEDAD.

Dos equipos únicos

MARC
Receptor multibanda

Receptor de Radio Multibanda. • Escuche ahora mensajes radiados en su localidad, privados o comerciales, de radio-teléfonos, servicios públicos, etc. en VHF y UHF. • Reciba más de 10.000 estaciones en frecuencias de 145 KHz a 30 Mhz.
• Practique inglés u otras lenguas en su domicilio.
• Reciba noticias mundiales de última hora.



COBERTURA DE FRECUENCIAS.

Cobertura:					
LW	145-360	KHz.	VHF1	30-50	MHz.
MW	530-1660	KHz.	VHF2	66-86	MHz.
SW1	1,6-3,8	MHz.	VHF3	88-108	MHz.
SW2	3,8-9,0	MHz	VHF4	108-136	MHz.
SW3	9,0-22	MHz.	VHF5	144-176	MHz.
SW4	22-30	MHz.	UHF	430-470	MHz.

HY-GAIN VIII
La estación de base que Ud. esperaba

AHORA CON 10 mtrs.
(700 canales)

La más moderna estación-base aparecida en el mercado. Combina lujo y alta tecnología a un precio razonable.
Frecuencia cubierta de 26.515 KHz a 27.855 KHz. y de 28.000 KHz a 29.135 KHz.
Frecuencia canalizada fija, según tabla de frecuencias que se facilita.
Apto para operar con estaciones EC.
5 W en AM y 12 W en SSB.
Tensión de alimentación: 220 volts. de c.a. o 12 volts. de c.c.

Gustosamente le informaremos
sobre el distribuidor más próximo a Ud.

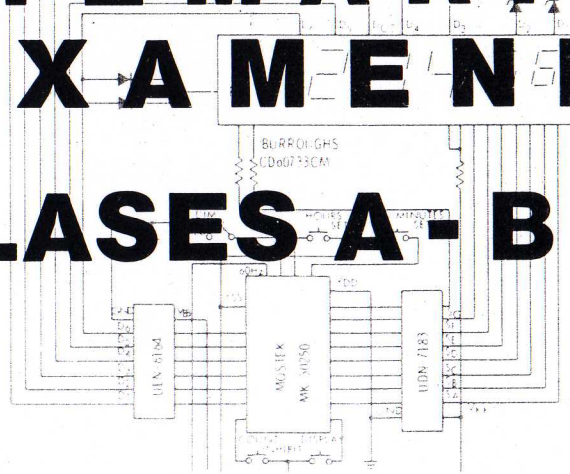
PORTAVEU

AGRUPACIÓ RADIOAFICIONATS CALELLA

ARC

BUTLLETÍ INFORMATIU

TEMARIO EXAMENES CLASES A - B y C



TOMO III

Por D. Juan Aliaga Arqué - EA3 - PI

TEMARIO EXAMENES

A – B y C

Por D. Juan Aliaga Arqué - EA3-PI

SEGUNDA EDICION

Edita: "PORTAVEU" – A.R.C.
D.L. B-11290/78
Impreso por: Multicopy - Arrabal, 42 - Calella (Barcelona)

(Tercera Parte)

ELECTRICIDAD Y RADIOELECTRICIDAD

SEGUNDA PRUEBA

RADIOELECTRICIDAD (2)

Clases A y B

Receptores: detección o demodulación de señales moduladas en amplitud - Recepción de banda lateral única Detección o demodulación de ondas moduladas en frecuencia y en fase - Limitador - Discriminador.

Receptores: detección o demodulación de señales moduladas en amplitud. A-B

El objetivo principal de todo receptor es transformar las señales de radiofrecuencia que no podemos oir en señales de baja frecuencia que sí podemos oir y entender. Todo buen receptor debe ser capaz de "buscar" o sintonizar las señales débiles (sensibilidad), separarlas de otras señales y de las interferencias (selectividad) y de mantener la recepción de una determinada señal durante tiempo indefinido (estabilidad). En general, todo buen receptor debe ser sensitivo, selectivo y estable.

El corazón de todo receptor, cualquiera que sea su clase, siempre es el DETECTOR o dispositivo capaz de convertir la radiofrecuencia en audiofrecuencia. El más común de los detectores está formado por un diodo conectado como rectificador de media onda, capaz de rectificar la radiofrecuencia. La señal de radio contiene la inteligencia

exclusivamente en las variaciones de amplitud o fuerza e indudablemente la corriente continua pulsante de salida del rectificador sigue dichas variaciones de amplitud aptas para ser convertidas en sonido a través de unos auriculares o de un altavoz.

El proceso de la detección de señales moduladas en amplitud está mostrado gráficamente en la figura 1 (aquí la Fig. 46.R). La señal de radiofrecuencia modulada en amplitud se ve rectificada por el diodo detector cuya salida son únicamente las alternancias positivas de la radiofrecuencia. El condensador en paralelo con los auriculares (o a veces la capacidad propia de los devanados de éstos) permite el paso de la radiofrecuencia pero se carga y descarga siguiendo el ritmo de las variaciones de la envolvente que contiene la inteligencia, que las membranas de los auriculares convierten en sonido audible y por lo tanto inteligible.

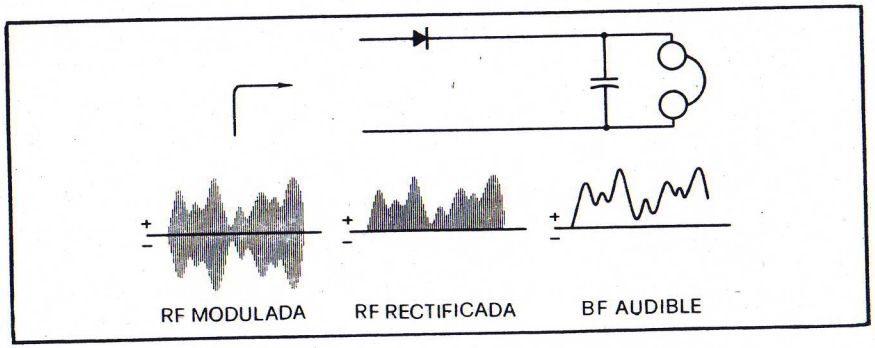


Fig. 46.R - Detector de AM.

La importancia del detector es tanta que por sí mismo puede constituir un receptor elemental, como el mostrado en (A) de la figura 2 (aquí la Fig. 47.R). Pero hasta la antena llegan cientos o miles de señales, todas las que están presentes en el lugar de su instalación, y de poco servirá el detector si las rectifica a la vez (o sólo a la más fuerte) y los auriculares han de responder a todas (si cientos o miles de personas hablan a la vez, imposible entender a ninguna o quizás, penosamente, a la que hable más alto). Es preciso seleccionar, que el receptor tenga la selectividad suficiente para oir y entender una sola señal o emisora de por vez, y para ello nos servimos del circuito resonante, serie o paralelo, como el formado por L1-C1 en (B), que gracias a la capacidad variable puede seleccionar su frecuencia de resonancia (sintonía) y hacer que sólo la señal de esta frecuencia llegue a la entrada del detector con tensión suficiente para abrir la conducción del diodo y hacer que éste actúe como rectificador.

Con todo, el detector de la figura (B) sólo abrirá su conducción ante la presencia de las señales relativamente fuertes a las que el circuito resonante L1-C1 haya dotado de sobretensión suficiente, pero será insensible a todas las señales débiles, por debajo de cierto nivel, que también interesa recibir. A este receptor le faltará sensibilidad.

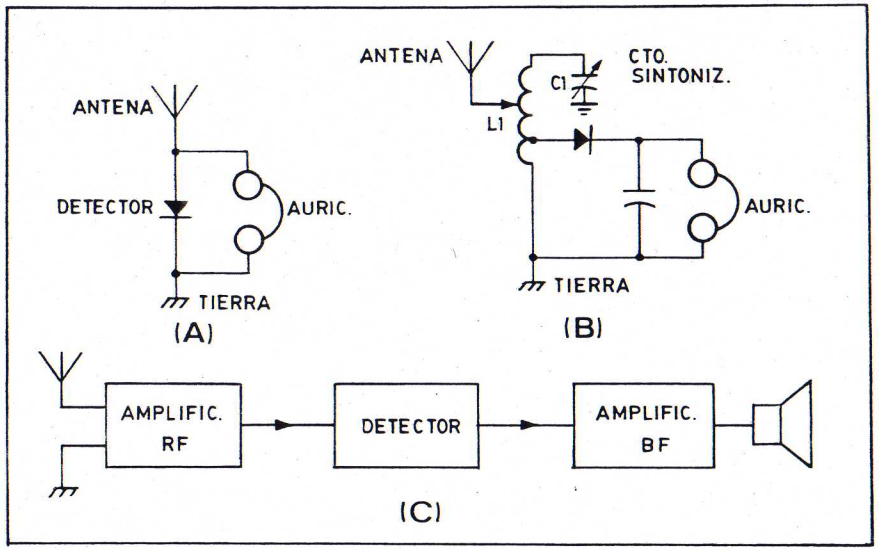


Fig. 47.R - Evolución del receptor de AM.

Para obtener sensibilidad se sitúan los amplificadores de radiofrecuencia entre el detector y la antena, con sus circuitos sintonizados de entrada y de salida para que simultáneamente aporten un alto grado de selectividad. Con ello se consigue que el receptor reproduzca la inteligencia de las señales más débiles que lleguen a la antena, pero que una vez detectadas, sólo tendrán la fuerza suficiente para mover las membranas de unos auriculares, no la energía necesaria para accionar un altavoz.

Para aumentar la fuerza de la señal detectada se utilizan los amplificadores de baja frecuencia o de audio entre el detector y el altavoz y así se consigue el receptor básico, mostrado en (C) de la figura 2 (Fig. 47.R).

La energía captada por la antena a través de la inducción proporcionada por las ondas de radio que la cortan al pasar por ella en su propagación es del orden de microvoltios en la mayoría de las ocasiones (a no ser que la emisora esté muy próxima) lo que significa que es necesaria una gran cantidad de amplificación para que esta señal inducida pueda llegar a producir un volumen sonoro aceptable.

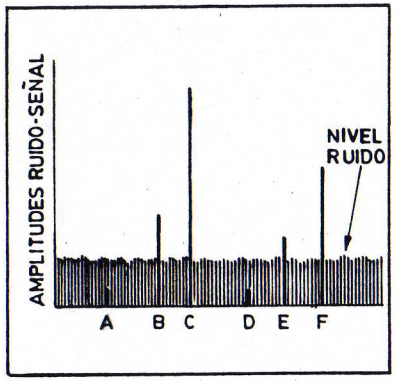


Fig. 48.R - Relación señal/ruido.

En condiciones ideales esto no tendría ninguna importancia ya que la amplificación de radiofrecuencia de la Fig. 47.R, por ejemplo, podría constar de cuantos pasos amplificadores fueran necesarios para conseguir oir confortablemente aun la señal más débil. Pero en la práctica no es así, desgraciadamente, porque la amplificación de que puede dotarse a un receptor tiene un límite impuesto por el RUIDO.

El ruido tiene tres orígenes: atmosférico captado por la antena, eléctrico bajo forma de impulsos causado por el hombre (motores, coches, interruptores, electrodomésticos, etc.) y el propio del receptor inevitablemente generado en los componentes activos y pasivos por la agitación constante de los electrones (corrientes). El diseño de los modernos receptores se esfuerza para que los circuitos amplifiquen la señal lo más posible y amplifiquen el ruido lo menos que se pueda. De aquí que una característica importante de los receptores modernos sea su relación señal/ruido, puesto que cuanto más elevada sea dicha relación, más débiles serán las señales que podrán hacerse audibles.

La Fig. 48.R muestra la situación en este aspecto de la recepción. Las señales A y D, aunque captadas por la antena, se hallan por debajo del nivel de ruido del receptor y no será posible oirlas (a no ser que se emplee un receptor con mejor relación señal/ruido y aún así, habría que contar con que el nivel de ruido mostrado no fuera atmosférico, ya que en este caso nada se podría hacer). La señal E apenas será inteligible, mientras que B y F podrán recibirse con toda comodidad.

El ruido atmosférico del lugar, contra el que nada puede hacerse, es en muchas ocasiones el responsable de que una antena o un receptor resulten "maravillas" en un determinado lugar y se conviertan en "birrias" en otro lugar.... Cuando las grandes compañías de radiocomunicaciones proyectan el emplazamiento de un centro receptor, la primera acción consiste en averiguar sobre el terreno cuál es el nivel de ruido; si es atmosféricamente elevado, el lugar no sirve y hay que buscar otro paraje.

Recepción de banda laterla única A-B

Puesto que el transmisor de banda lateral única no emite ninguna portadora, es preciso que el propio receptor la suministre al detector para que éste trabaje cual si se tratara de una señal de AM normal. Si no fuera así la voz reproducida por el altavoz sería gangosa

e ininteligible. El circuito oscilador que tiene la función de procurar la portadora se denomina OSCILADOR DE BATIDO o BFO *(Beat Frequency Oscillator)*.

Si se transmite una señal de BLU en, por ejemplo, 3.900 kHz y se selecciona la banda lateral inferior, el mensaje inteligente quedará, aproximadamente, entre las frecuencias de 3.890 y 3.900 kHz según muestra la figura (aquí la Fig. 49.R).

La frecuencia del oscilador de batido utilizado para la recepción no se halla exactamente en la frecuencia de la portadora suprimida (o su equivalente en los superheterodinos) sino ligeramente desplazada sobre la banda lateral interesada al objeto de proporcionar una adecuada separación de señales al detector. En el ejemplo citado, el BFO quedará sintonizado a aproximadamente 3.898,3 kHz para asegurar así la mejor calidad sonora de la voz.

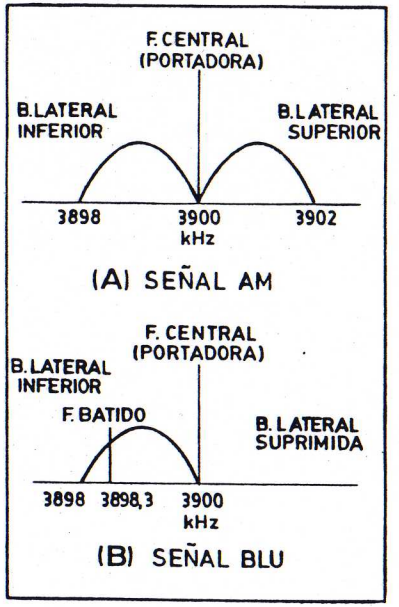


Fig. 49.R - Reinserción de portadora para detectar BLU.

En los modernos receptores de BLU el BFO es un oscilador de cristal de cuarzo y la mezcla o reinserción de portadora se realiza en un circuito que puede ser pasivo o activo, denominado detector de producto. Su salida es ya una señal de audio pero precisa de un cuidado filtro de radiofrecuencia. Se utilizan diodos (siempre en número par) en los detectores de producto pasivos (que producen pérdida de conversión) y transistores en los detectores de producto activos (con ganancia de conversión). Actualmente existen circuitos integrados con la función de detector de producto.

Detección o demodulación de ondas moduladas en frecuencia y fase A-B

La detección de ondas moduladas en frecuencia y fase precisa la conversión previa de la señal en una modulación de amplitud, lo que básicamente puede obtenerse con un circuito resonante en el que la frecuencia de la señal quede algo desplazada de la de su resonancia propia. La figura 1 (aquí la Fig. 50.R) muestra este principio del llamado "detector de pendiente".

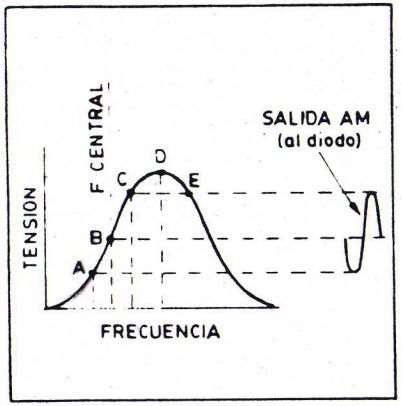


Fig. 50.R - Detector de pendiente (FM-PM)

Sobre la curva de campana centrada en la frecuencia D se aplica una señal modulada en frecuencia y cuya frecuencia central es B. Cuando la frecuencia modulada disminuya a A, se obtendrá un mínimo negativo de tensión entre los extremos del circuito resonante; cuando aumenta al valor C, se obtendrá un máximo de tensión de salida, y toda la excursión de frecuencia de la modulación quedará traducida en una señal modulada en amplitud apta para la detección por diodo. La modulación de frecuencia o de fase queda así convertida en una modulación de amplitud instantes antes de que la señal llegue al detector.

Limitador

A-B

La particularidad más interesante de la modulación de frecuencia o de fase es su inmunidad al ruido interferente (la interferencia produce variación de amplitud de la señal, pero no de frecuencia). Para poder aprovechar esta cualidad al máximo, es preciso que la señal que llega al detector no presente ninguna traza de modulación de amplitud, lo que es prácticamente imposible, de buenas a primeras en una señal que ha viajado por el éter y ha pasado por varios circuitos amplificadores antes de llegar al detector. El circuito justo anterior al detector y que se encarga de suprimir toda modulación de amplitud de la señal y por tanto todo ruido, recibe el nombre de LIMITADOR o "recortador de crestas".

La figura 1 (aquí la Fig. 51.R) muestra en (A) el efecto del circuito limitador que se obtiene generalmente mediante un componente activo (transistor) al que se le hace trabajar en condiciones de corte-saturación, como está mostrado en (B) de la misma figura.

Cuando los picos negativos de la señal, producidos por la modulación en amplitud de los impulsos del ruido, son excesivos, el componente activo limitador no conduce por sobrepasar la polarización de corte de la base; las crestas positivas sobrepasan la polarización de saturación del componente activo y a partir de cierto valor ya no ocasionan aumento alguno de la corriente de salida por colector. La amplitud de la señal entregada al detector queda pues recortada o igualada sin que ello afecte para nada a sus variaciones de frecuencia que constituyen su modulación inteligible.

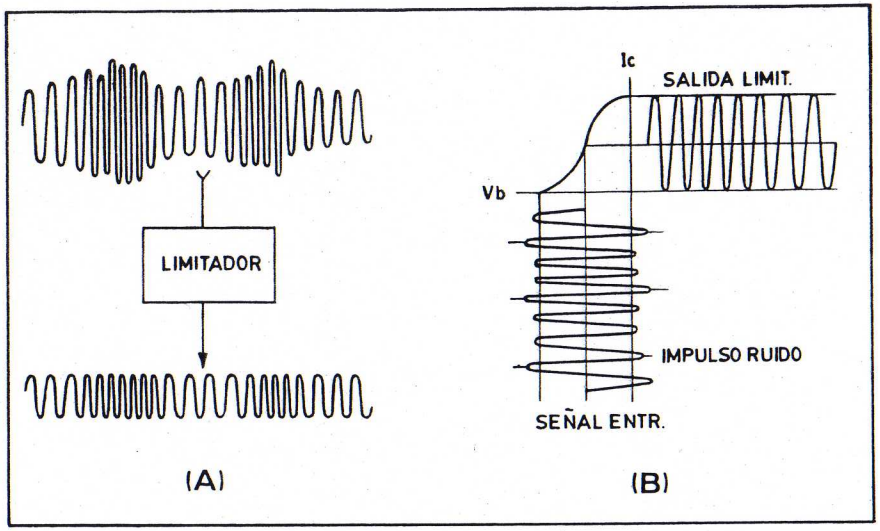


Fig. 51.R - Efecto (A) y proceso (B) del limitador.

Discriminador

A-B

La curva de campana del detector de pendiente mostrada anteriormente no presenta suficiente linealidad para la obtención de una señal detectada sin distorsión. Por ello se idearon circuitos equilibrados que permiten obtener variaciones de amplitud, sin distorsión, en respuesta a variaciones de frecuencia o fase, constituyéndose en los actuales detectores de FM o PM y que se conocen bajo el nombre de discriminador.

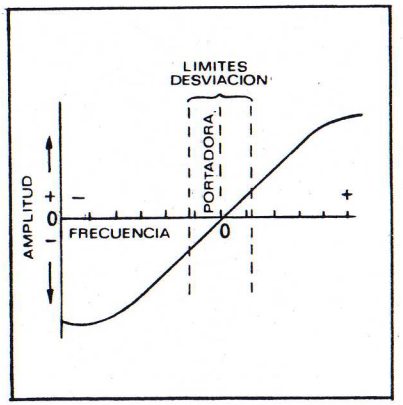


Fig. 52.R - Discriminador.

La figura (Fig. 52.R) muestra la curva de respuesta del circuito discriminador o detector de FM actualmente en uso. Cuando la señal de FM o PM no tiene modulación alguna y la onda portadora se halla en el punto 0, no está presente ninguna tensión a la salida del detector. Cuando la señal de micrófono en el lado transmisor desplaza la frecuencia hacia arriba, la tensión de salida del detector aumenta en amplitud en sentido positivo; si la frecuencia disminuye, la amplitud de la tensión de salida aumenta en sentido negativo. A lo largo de la extensa recta en que la respuesta del discriminador es

lineal, la conversión de FM en AM tendrá lugar sin ninguna distorsión.

Clases A y B

Detección heterodina y autodina - Recepción radiotelegráfica - Receptor superheterodino - Frecuencia intermedia.

Detección heterodina y autodina A-B

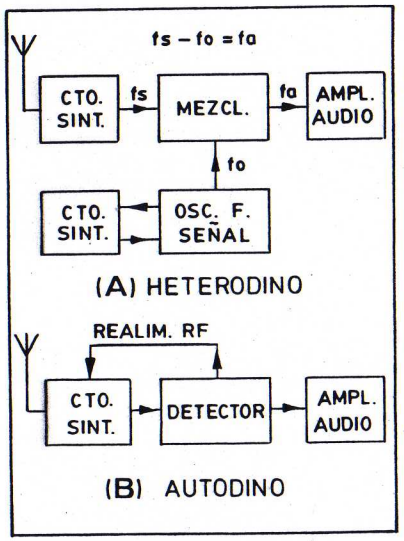


Fig. 53.R - Detección heterodina y autodina.

El detector heterodino (o por conversión de frecuencia) es el que convierte la señal de radiofrecuencia en una señal de baja frecuencia o tono audible por medio de la mezcla de dicha señal con otra frecuencia ligeramente diferenciada procedente de un oscilador local. Su principio funcional está mostrado en (A) de la figura (aquí Fig. 53.R). Siempre que la diferencia entre la frecuencia sintonizada, fs, y la frecuencia producida en el oscilador local, fo, den una resultante resta, fa, de baja frecuencia, tras su mezcla en un componente activo, se habrá producido una detección heterodina. A los receptores que emplean la detección heterodina se les llama "de conversión directa".

El circuito tanque sintonizado propio de la entrada de todo detector puede convertirse en un oscilador si se le suministra la realimentación adecuada procedente de la salida del propio detector, como está mostrado en (B) de la figura 1, (Fig. 53.R) con lo que no es necesaria la presencia del oscilador local como etapa separada. La recepción se convierte entonces en "autodina" (heterodina automática) o "regenerativa".

Este tipo de detectores alcanzaron popularidad en el pasado debido a la sencillez de elementos necesarios para su constitución y fueron el origen de los receptores superheterodinos actuales, más estables y completos. Cuando se desean receptores sencillos, económicos, de poco volumen y peso, todavía se recurre al detector regenerativo (autodino) capaz de proporcionar una gran amplificación llevando el circuito

tanque de entrada del detector al borde de la auto-oscilación, lo que se traduce en un considerable aumento de su factor de mérito o Q (de este mismo principio proviene el "multiplicador de Q" utilizado para aumentar la sensibilidad y selectividad de los receptores económicos) La figura 2 (aquí la Fig. 54.R) muestra el esquema de un detector regenerativo con transistor de efecto de campo en el que la realimentación se realiza a través de L3 por acoplamiento inductivo y se regula por medio de un potenciómetro que dosifica la tensión de drenador.

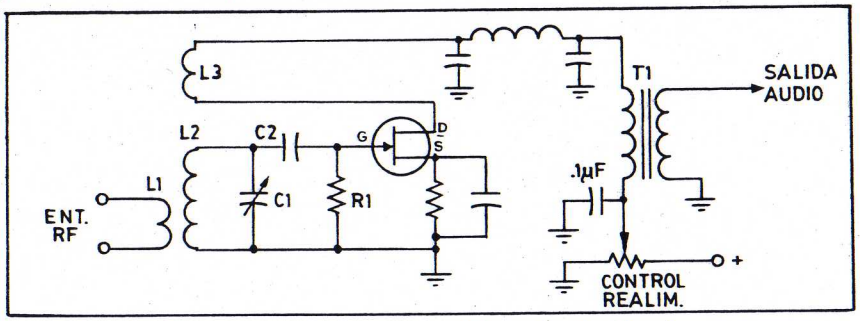


Fig. 54.R - Detector regenerativo (autodino).

Recepción radiotelegráfica A-B

Si se utiliza un receptor de modulación por amplitud (AM) con su correspondiente detector a diodo, para la captación de señales radiotelegráficas (Morse, CW o de onda continua interrumpida) sólo podrán percibirse los contragolpes de la manipulación, única modulación que contiene la onda portadora. Pero si se utiliza un receptor con detector heterodino, la señal de Morse será perfectamente legible, puesto que la presencia de portadora se verá convertida en un tono de audio igual a la diferencia entre la frecuencia de entrada y la del oscilador local, pudiéndose graduar esta última para variar incluso la tonalidad de la señal. Al oscilador que realiza esta función se le llama OSCILADOR DE BATIDO o BFO.

De la misma forma, el detector autodino permitirá la recepción radiotelegráfica, con la particularidad de que ni tan siquiera será necesario el oscilador local de batido, puesto que el propio circuito sintonizado de entrada al detector actúa como tal.

Los detectores de producto son en realidad una versión del detector heterodino y de aquí que la recepción radiotelegráfica sea posible en los receptores de banda lateral única. En los receptores de AM se precisa la incorporación del oscilador de batido que antiguamente solía hacerse por simple conmutación, dotando así a los receptores de AM de la posibilidad de recibir CW, e incluso, con un BFO de frecuencia ajustable, se podía obtener variación del tono audible, auxilio muy apreciado para distinguir la señal deseada de las interferentes

por medio de la diferenciación de tonos audibles (la señal más grave o más aguda que las interferencias).

Receptor superheterodino - Frecuencia intermedia A-B

Receptor en el que todas las señales de portadora de radiofrecuencia modulada de entrada son convertidas por heterodinación en un valor fijo de portadora de frecuencia inferior, llamada FRECUENCIA INTERMEDIA, para su amplificación selectiva a través de circuitos de alto Q que trabajan siempre en la misma frecuencia, cualquiera que sea la de sintonía, antes de la detección.

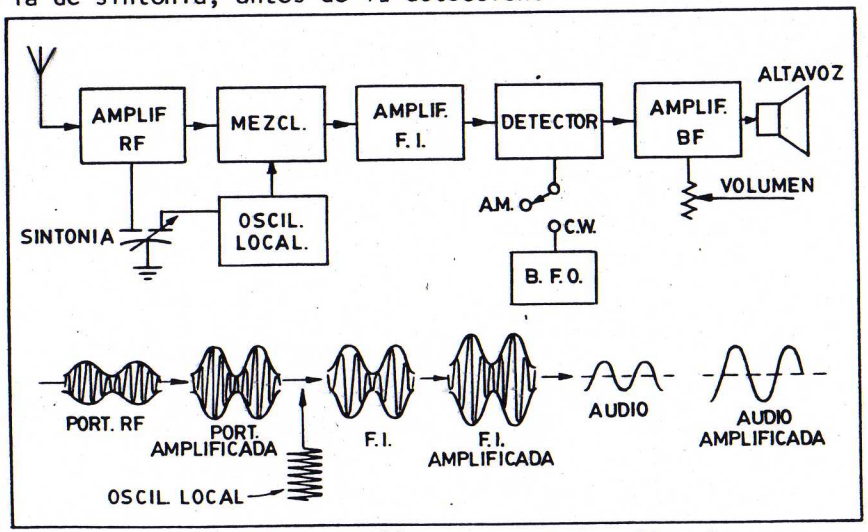


Fig. 55.R - Receptor superheterodino.

La figura (aquí la Fig. 55.R) muestra el esquema de bloques del receptor superheterodino común así como las formas de onda o señales presentes en la salida de cada etapa. La portadora de radiofrecuencia captada por la antena se ve amplificada en el primer paso de radiofrecuencia y el oscilador local tiene un mando de sintonía común, al objeto de que la diferencia de las frecuencias que lleguen al mezclador sea siempre la misma; es decir, que si el paso de radiofrecuencia se sintoniza a 14.200 kHz, el oscilador lo estará a 13.745 kHz y la frecuencia diferencia a la salida del mezclador será de 455 kHz. Si la sintonía del paso de radiofrecuencia pasa a 14.350 kHz, automáticamente la del oscilador, accionado por el mismo mando (doble condensador de mando único o "tandem") pasa a 13.895 kHz, con lo que la diferencia sigue siendo de 455 kHz y es constante para toda la banda sintonizada si el receptor tiene el arrastre o correspondencia de frecuencias bien ajustado. A esta frecuencia-diferencia de valor constante se le llama FRECUENCIA INTERMEDIA y es amplificada a lo largo de toda una cadena amplificadora que es la que aporta la mayor selectividad al receptor, puesto que se trata todavía de radiofrecuencia.

Al final de la cadena de FI se halla el detector con conmutación a voluntad del oscilador de batido o BFO según se requiera circunstancialmente la recepción de AM o de CW y BLU. Tras el detector se halla el amplificador de audio con el correspondiente mando de volumen y el altavoz final. El receptor superheterodino es el universalmente empleado en nuestros días.

La anchura de banda de todo circuito sintonizado aumenta a medida que se eleva la frecuencia de resonancia, a igualdad de todos los demás factores. Por ejemplo, si un circuito resonante a 500 kHz presenta una anchura de banda de paso de 10 kHz, un circuito resonante a una frecuencia diez veces superior, a 5.000 kHz o 5 MHz, tendrá una anchura de banda de 100 kHz. Sin embargo, la anchura de banda necesaria para la recepción de una determinada modalidad no aumenta con la frecuencia de la portadora, será igualmente de 3 kHz para BLU y de 6 kHz para AM, lo mismo si la frecuencia de emisión es de 144 MHz que de 3,5 MHz. Dada una modalidad de emisión, la selectividad del receptor deberá ser la misma en 144 MHz que en 3,5 MHz.

Puesto que el receptor superheterodino obtiene su selectividad a través de la cadena amplificadora de frecuencia intermedia, los circuitos responsables de dicha selectividad trabajan siempre a la misma frecuencia, cualquiera que sea la banda sintonizada, lo que no ocurre en cualquier otro tipo de recepción, y esta es una de sus principales ventajas.

La frecuencia intermedia aporta todavía una ventaja adicional. El conjunto amplificador de varios pasos que trabaja a una radiofrecuencia relativamente baja, digamos por debajo de los 500 kHz, puede dar una mayor ganancia sin perder estabilidad.

Pero no todo son ventajas. El principal defecto del receptor superheterodino lo constituye la frecuencia imagen. Hasta el presente sólo se conoce un método efectivo de conversión de frecuencia: el proceso heterodino o mezclador del que siempre resultan dos nuevas frecuencias, una igual a la suma y otra igual a la diferencia de las dos frecuencia que se mezclan.

Si el amplificador de FI trabaja a 455 kHz y se desea recibir una señal de 14.150 kHz que deberá convertirse en señal de 455 kHz, el oscilador local deberá procurar una frecuencia de 13.695 o de 14.605 kHz, puesto que cualquiera de ellas procurará una diferencia de los 455 kHz.

Si se elige la frecuencia de 14.605 para el oscilador local, resultará que tanto la señal deseada de 14.150 kHz como la imagen de frecuencia igual a 15.060 kHz producirán la misma frecuencia intermedia

de 455 kHz y las dos portadoras tendrán paso libre a través de la cadena amplificadora de FI, interfiriéndose mutuamente.

Evidentemente, la señal imagen se halla siempre separada de la señal deseada por dos veces el valor de la frecuencia intermedia (en el ejemplo anterior, 15.060 - 14.150 = 910 kHz = 2 x 455 kHz). El receptor superheterodino debiera aportar suficiente selectividad para poder rechazar ya de entrada (en el paso amplificador de radiofrecuencia) la señal imagen, cosa que resulta muy difícil y tanto más cuanto más elevada es la frecuencia de trabajo (puesto que la separación de la imagen será siempre la misma, los 910 kHz, cualquiera que sea la banda sintonizada). Para evitar los efectos interferentes de la frecuencia imagen, se utiliza el receptor superheterodino de doble conversión.

Si a través de una primera conversión se elige una FI de valor elevado, de 5 MHz por ejemplo, la imagen quedará 10 MHz alejada de la sintonía de los circuitos de entrada de antena o de amplificación de radiofrecuencia y raramente podrá hacerse presente en la cadena de FI. Posteriormente, a través de un segundo mezclador, los 5 MHz se convierten en 455 kHz, de forma que con la primera conversión se evita el efecto de la frecuencia imagen y con la segunda conversión se obtiene la amplificación y selectividad apropiadas.

Desgraciadamente, toda oscilación local genera inevitablemente armónicos de su frecuencia fundamental. Con dos osciladores locales, el peligro de la presencia de estos armónicos es evidentemente doble. A las interferencias de origen local provocadas por estos armónicos y sus mezclas se les conoce como "pajaritos" o *birdies* por su sonido y se les identifica por ser señales portadoras (sin modulación) que están presentes y no varían de volumen aun cuando se desconecte la antena del receptor. La juiciosa elección de los valores de las dos frecuencias intermedias, la bondad y cuidado de los circuitos osciladores y el perfecto ajuste del receptor evitan al máximo posible la presencia de "birdies", aunque ningún receptor de doble conversión es absolutamente inmune a los mismos.

Clases A y B

Radiaciones indeseables de un receptor - Valor límite.

Radiaciones indeseables de un receptor A-B

La presencia de circuitos osciladores (local, batido, etc.) en los receptores, con su producción de armónicos, y de circuitos mezcladores con su característica falta de linealidad (si no no se produciría la mezcla), se presta a la generación de frecuencias parásitas que pueden llegar a ser radiadas y causar interferencia, especialmente si

pueden hallar alguna vía de paso hacia la antena. Esta circunstancia es especialmente propensa con la utilización de receptores regenerativos (recepción autodina) con su detector-oscilador, sobre todo si no existen pasos de aislamiento o separación del circuito de antena. Incluso el barrido horizontal de los receptores de televisión deficientes puede ser una fuente de radiación interferente.

La experiencia ha demostrado que la radiación indeseable de un receptor puede tener lugar por tres vías distintas: por la antena, a través de un acoplamiento parasitario entre las etapas del receptor mal diseñado; por los conductores de alimentación de red y por radiación directa desde el interior del propio receptor si sus circuitos y alambrado carecen del blindaje adecuado.

Anular por completo esta radiación es prácticamente imposible, pero el diseño de los receptores debe ser tal que en ningún caso se produzca una radiación interferente significativa, de valor superior al reglamentado. La radiación por antena debe suprimirse con la inserción de los filtros y blindajes; la radiación por los cables de alimentación debe evitarse mediante condensadores o filtros de desacoplamiento a chasis a la salida de estos conductores, y la radiación directa debe impedirse mediante el adecuado blindaje de los circuitos y componentes sensibles a los acoplamientos o a las transferencias de señal parásitas.

La indeseable e inevitable radiación de un receptor puede comprobarse fácilmente haciendo funcionar otro receptor junto a él. La frecuencia del oscilador del primero podrá sintonizarse en el segundo, siendo ambos superheterodinos, y viceversa, a pesar de no existir ninguna conexión directa entre ellos, ni tan siquiera la red de alimentación (uno de ellos o los dos alimentados a pilas durante la prueba).

Valor límite A-B

La potencia de la radiación perturbadora de los receptores de la estación de radioaficionado no debe rebasar los 4 nW (cuatro nanovatios) en las bandas de frecuencia del servicio de radiodifusión sonora y de televisión. (Punto 8 del capítulo 5 - Prescripciones Técnicas - del Anexo 2 de la vigente Reglamentación).

Prácticamente esta disposición viene a prohibir el uso de receptores regenerativos a menos que se tomen todas las precauciones de diseño y blindaje para no sobrepasar el valor límite de la radiación perturbadora.

Clases A y B

Esquemas de bloques de diversas clases de receptores - Controles manuales y automáticos - Silenciador de ruido.

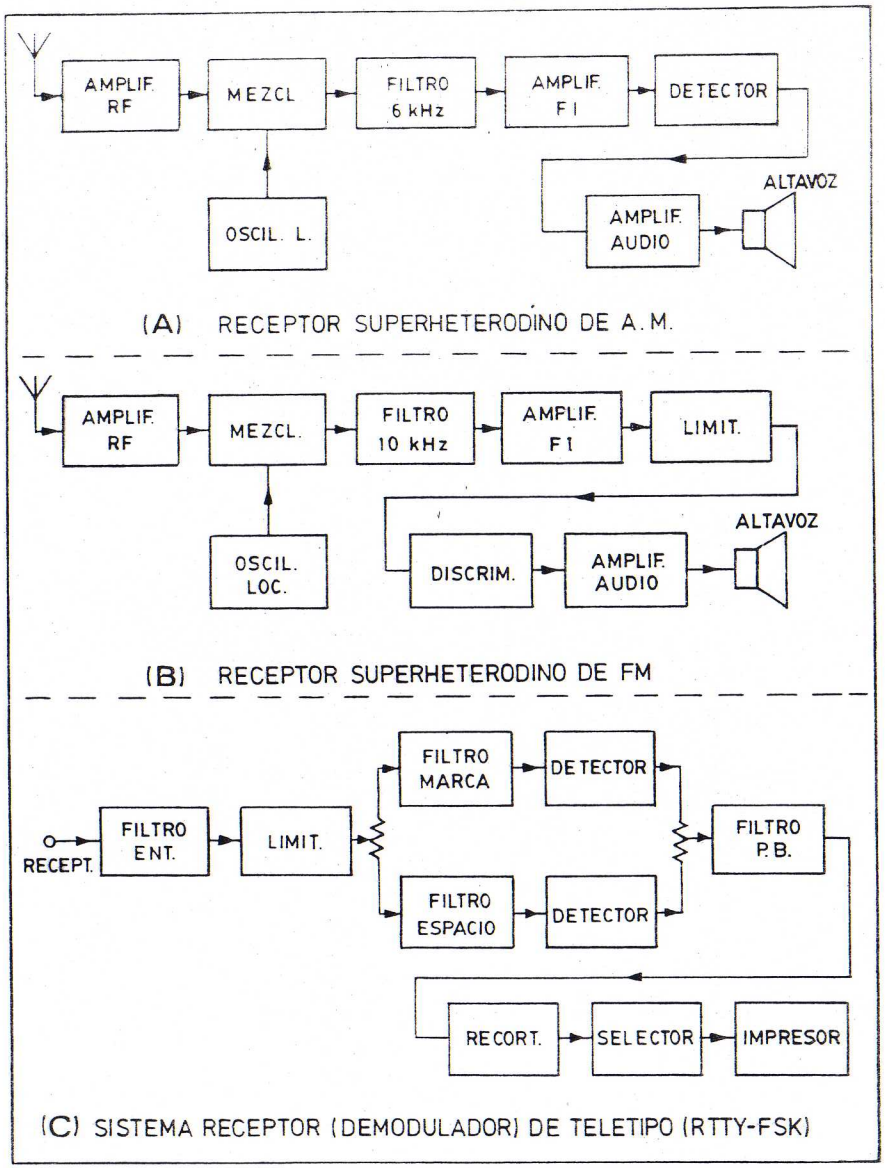
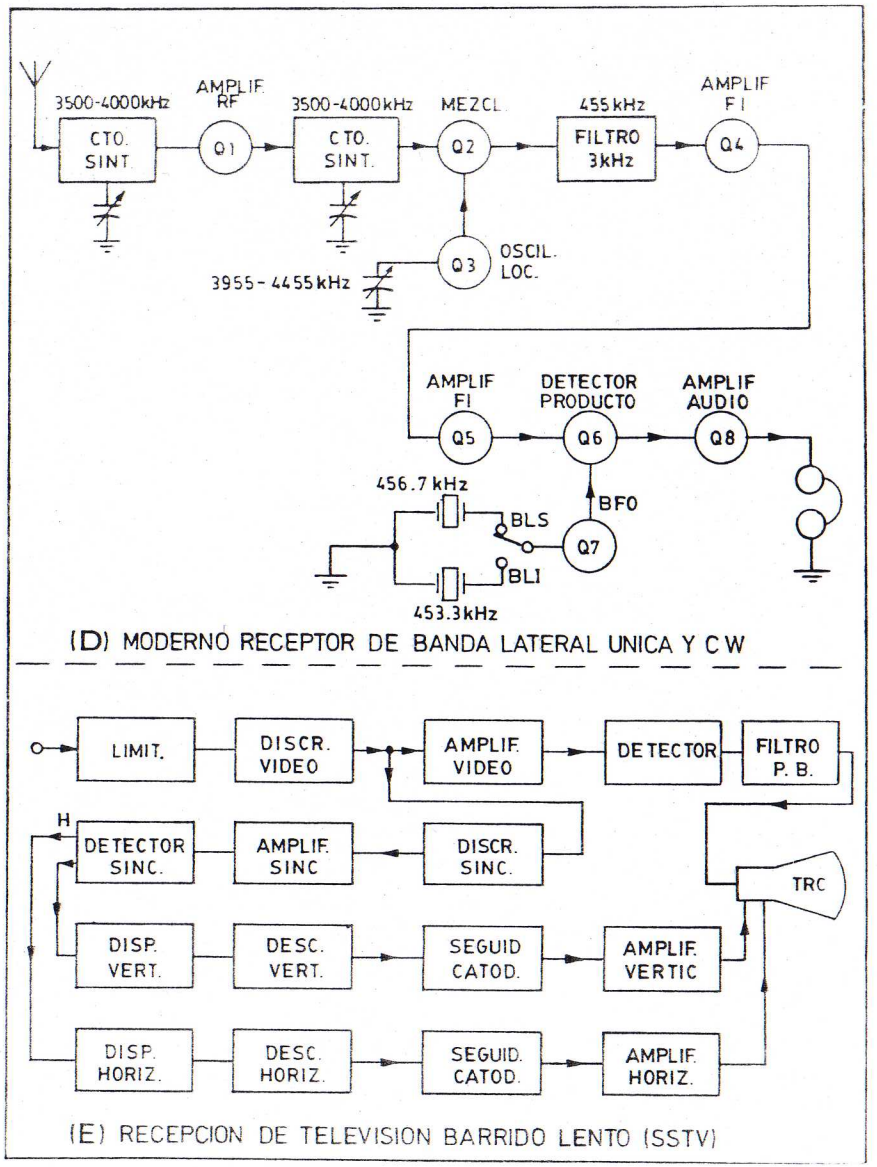


Fig. 56.R - Esquemas de bloques de



diversas clases de receptores.

Esquemas de bloques de diversas clases de receptores A-B

La Fig. 56.R contiene los esquemas de los bloques de los receptores más actualizados, con independencia de los más sencillos mostrados con anterioridad y que también podrían incluirse en esta respuesta.

(A) - Receptor superheterodino de AM, de simple conversión (podría añadirse al superheterodino de doble conversión). Importante el detalle del filtro de FI haciéndose constar 6 kHz de banda de paso, indicando así que se trata de AM.

(B) - Superheterodino para frecuencia modulada, con filtro de 10 kHz (FM de banda estrecha, como se utiliza en el equipo de radioaficionado de VHF). Aparece el limitador y el discriminador en lugar del detector de AM.

(C) - Sistema demodulador de teletipo que sigue a un receptor de BLU modulación por deslizamiento de frecuencia (FSK). Obsérvese la separación de las señales detectadas, en marca y espacio, por canales diferentes.

(D) - Moderno receptor para banda lateral única y Morse. Filtro de 3 kHz. Oscilador de batido de alta estabilidad (cristal) con selección para banda lateral superior y banda lateral inferior Detector de producto.

(E) - Sistema receptor de televisión en barrido lento (A5) no autorizado en España mas que a tenor del Apartado 5-1 del Anexo 2 del Reglamento (autorización especial de la D. G. de C. y T.) pero internacionalmente popular.

Controles manuales y automáticos A-B

Los controles manuales de un receptor pueden clasificarse en SELECTORES, DE VARIACION CONTINUA e INTERRUPTORES. En un receptor moderno podrán hallarse, mas o menos, los siguientes controles:

SELECTORES	VARIACION CONTINUA	INTERRUPTORES
Selector bandas	Sintonía	Encendido
Selector modalidades o funciones.	Preselector	Control automático ganancia
	Ganancia RF	Calibrador
	Volumen	*Limitador ruidos (noise blanker)
	*Sintonía banda paso	
	*Filtro grieta (notch)	
	**Silenciador ruido fondo (squelch).	

* Sólo en receptores de calidad y precio elevado.
** Sólo en receptores VHF-FM, por lo general.

Para mayor información acerca de estos controles, remitimos al lector al texto correspondiente a la 4a Prueba, más adelante. (Prácticas de Ajuste; Manejo de un receptor - Cuarta Parte).

Los controles automáticos que puede o suele llevar un receptor de calidad normal son: control automático de ganancia o CAG, silenciador de ruido de fondo o "squelch" si es de VHF y limitador o silenciador de ruidos parásitos.

Control automático de ganancia (CAG)

La finalidad del control automático de ganancia es la de evitar que las señales fuertes, al ser sintonizadas, puedan ensordecer al operador de un receptor. El control automático de ganancia actúa de forma inversamente porporcional a la fuerza de la señal sintonizada, de manera que tiende a mantener un volumen sonoro constante en los auriculares o en el altavoz, cualquiera que sea la fuerza de la señal captada por la antena. La señal más débil puede sonar más ruidosa, pero su volumen al oído será el mismo o se llevará poca diferencia con la señal más fuerte; si el CAG de un receptor está bien diseñado, el nivel de la audición será siempre el mismo, fijado exclusivamente por el control manual de volumen, cualquiera que sea la fuerza de la señal.

La Fig. 57.R muestra cómo se obtiene este control automático.

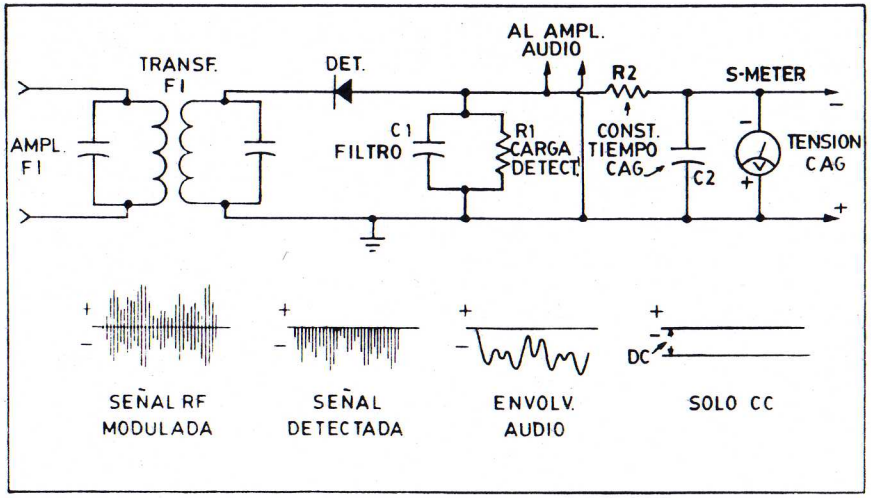


Fig. 57.R.- Control automático de ganancia y medidor relativo de fuerza de las señales (S-meter).

Una pequeña parte de la señal detectada (que puede verse amplificada independientemente) se deriva del detector a través del circuito

filtro R2-C2 que la convierte en una corriente continua pura de polaridad negativa (repárese que en esta Fig. 57.R el diodo detector está inversamente conectado con respecto a la Fig. 46.R, y en consecuencia la señal detectada tiene polaridad negativa en lugar de positiva). El valor de esta tensión continua negativa es evidentemente proporcional a la fuerza o amplitud de la señal de radiofrecuencia captada, y si se mide con un voltímetro, podrá dar una indicación visual de la fuerza de la señal sobre una escala tarada en unidades S, de donde el medidor de fuerza relativa o "S-meter" de los receptores.

Si esta tensión negativa se aplica sobre la polarización de los componentes activos amplificadores de radiofrecuencia y frecuencia intermedia, éstos reducirán su ganancia, tanto más cuanto más fuerte sea la señal, y la recobrarán en aumento cuanto más débil sea dicha señal. Este es el funcionamiento del CAG, en el que el valor de la constante de tiempo R2.C2 determina la rapidez de su acción (ciertos receptores conmutan valores de R2-C2 para que, a voluntad, el CAG responda rápida, mediana o lentamente, según la clase de señales que deban recibirse en cada momento).

El circuito mostrado en la figura es apto para la recepción de AM, pero cuando se trata de recibir señales en BLU o en Morse, la presencia de la señal del oscilador de batido en el detector puede desvirtuar el funcionamiento del CAG. Se recurre entonces a obtener la tensión de control del amplificador posterior de audio o bien se utiliza un diodo detector particular para este cometido, antes de la inyección de la señal de batido en el detector principal. De cualquier forma, la tensión continua reguladora de la ganancia de los pasos amplificadores de radiofrecuencia recibe el nombre de "tensión de CAG" y es, además, la que por lo general activa el medidor de fuerza relativa de señal o "S-meter".

Silenciador de ruido de fondo o "squelch"

El "squelch" se ha popularizado con el uso de las estaciones móviles de VHF-FM. Es un dispositivo con igual fundamento que el CAG que enmudece totalmenze el receptor en ausencia de señal de entrada, sensibilizando automáticamente el receptor en cuanto aparece una señal o llamada hablada. Su sensibilidad o la fuerza que precisa tener la señal captada para que llegue a ser audible puede graduarse a voluntad mediante un mando de variación continua y a partir de aquí el control actúa automáticamente.

Casi todos los sistemas de "squelch" utilizan la propia tensión del CAG, amplificada e invertida si conviene, para actuar sobre la polarización del electrodo de mando de un componente activo de la cadena amplificadora de audio. Modernamente se utiliza el multivibrador o báscula de Schmitt, caracterizado por la existencia de una salida de tensión de amplitud constante sólo cuando en la entrada está

presente una tensión cuya amplitud sobrepasa un valor prefijado, para obtener así la polarización de corte o de paso de señal en el componente amplificador de audio.

Silenciador de ruido A-B

El ruido industrial se caracteriza por una forma de onda de impulsos de gran amplitud y muy corta duración. El circuito silenciador toma una muestra de los impulsos antes de que transcurran por la cadena de FI del receptor, la amplifica y convierte en impulsos de corriente continua de polaridad negativa y bajo esta forma los aplica o sobrepone a las polarizaciones de los pasos amplificadores de frecuencia intermedia, de forma que cortan el paso de señal durante el corto instante de duración del impulso interferente, tan corto que la desaparición momentánea de señal no es perceptible en la audición de una comunicación hablada.

Un control manual, llamado "de umbral" permite fijar el nivel del impulso interferente a partir del cual entra en acción el silenciador, evidentemente siempre por encima del nivel de la señal hablada.

Desgraciadamente el silenciador de ruido sólo es efectivo ante la presencia de ruido eléctrico industrial o de motor de explosión y no ante el ruido atmosférico debido a que la forma de onda de este último es distinta, con señales de menor amplitud pero de presencia continua.

El mando de puesta en funcionamiento del silenciador de ruido suele ir rotulado como "NOISE BLANKER" o simplemente "NB", mientras que la regulación del nivel de corte de señal se efectúa o ajusta de una vez para siempre a través de un mando interior del dispositivo.

Clases A y B

Interferencias perjudiciales en emisión y en recepción: modo de evitarlas o reducirlas - Ruidos en la recepción: su reducción.

Interferencias perjudiciales en emisión y en recepción: modo de evitarlas o reducirlas. A-B

Se considera interferencia perjudicial a toda emisión, radiación o inducción que comprometa el funcionamiento de un servicio de radionavegación o de otros servicios de seguridad o que perjudique gravemente, perturbe o interrumpa reiteradamente un servicio nacional de radiocomunicaciones anejo al Convenio Internacional de Telecomunicaciones vigente.

Existen cinco clases de interferencia radioeléctrica en la operación de una estación de aficionado: señales de mala calidad, señales fuera de frecuencia, otras estaciones en la misma frecuencia, interferencia deliberada y presencia de armónicos y parásitos.

Calidad de la emisión - El aparato más importante para la medida de la calidad de una emisión es el OSCILOSCOPIO y a falta del mismo, un buen receptor situado a distancia, capaz de descubrir la presencia de cliks en la transmisión CW, la presencia de zumbido de alterna en AM o BLU, cualquier deslizamiento de frecuencia y cualquier distorsión o defecto de la emisión.

La presencia de zumbido de alterna de 50 Hz es uno de los motivos más frecuentes en la mala calidad de una emisión puesto que es omnipresente en toda la estación y puede inducirse fácilmente en los circuitos o hacerlo simplemente a través de un conductor de micrófono con un blindaje deficiente.

El zumbido de 100 Hz (sonido de alterna más agudo) todavía suele ser más común que el anterior con la utilización de rectificadores de doble onda con filtros defectuosos (especialmente los condensadores electrolíticos de alta capacidad que pueden probarse por substitución por otros nuevos ante la presencia de zumbido de 100 Hz).

Los transformadores, motores de ventiladores, estufas eléctricas y demás electrodomésticos que se hallen físicamente próximos al cuarto de la radio pueden igualmente ser origen de la presencia de zumbidos múltiplos de 50 Hz, verse captados por el micrófono y transcurrir a través del transmisor hacia la antena. En estos casos podrá observarse que el volumen del zumbido obedece al control de ganancia de micrófono del transmisor y el apagado sucesivo de los posibles causantes facilitará la identificación de la procedencia de la interferencia.

La presencia de modulación de amplitud en una emisión de FM o de modulación de frecuencia en una modulación de AM, siempre representa una pobre calidad de la señal emitida. La raiz de una modulación AM o BLU con presencia de modulación de frecuencia, lo mismo que una emisión de Morse con "chirp" o chirrido, está siempre en una variación de frecuencia del oscilador maestro al ser modulado o al variar su carga en el momento de la emisión y, por regla general, la deficiente regulación (no estabilizada) de la tensión de alimentación del oscilador es la responsable, debiéndose procurar su estabilización al máximo posible.

Determinacion de la frecuencia de emisión.- Los Reglamentos no exigen a la estación de radioaficionado la emisión en una determinada frecuencia sino el que ésta se halle dentro de las bandas autorizadas y que, de alguna forma, se disponga de los elementos necesarios para controlar que es así. Los medios para esta comprobación deben ser independientes del propio transmisor, o sea que no se considera suficientemente confiable la frecuencia nominal de un cristal de cuarzo actuando como oscilador maestro o la señalización del dial del OFV del transmisor (el cristal en sí merece toda la confianza, pero no el circuito en donde trabaja ni la posibilidad de un cristal defectuoso de fabricación).

El procedimiento más popular para determinar la frecuencia de emisión es el receptor con marcador, si bien en la actualidad se imponen los frecuencímetros digitales de lectura directa. El medidor de frecuencia más económico ha sido, desde siempre, el "ondámetro de absorción" o circuito paralelo LC con dial calibrado que señala la frecuencia real de la energía emitida que podría, en el peor de los casos, no ser la indicada por la sintonía del transmisor, evidenciando así una emisión fuera de la banda autorizada.

De cualquier forma, la medida de frecuencia con el ondámetro es mucho menos precisa, mucho más rudimentaria, que la realizada con un frecuencímetro digital, por lo que en la práctica aquélla sólo se usa hoy en día para comprobar la presencia de radiación espuria o armónica (es muy difícil, por no decir imposible, que los cristales o frecuencias del oscilador maestro y del frecuencímetro tuvieran igual error significativo).

Otras estaciones en la misma frecuencia - El espectro de radiofrecuencia es un medio natural fijo que no puede ensancharse ante las necesidades y que por lo tanto debe ser compartido entre las naciones, los servicios y las emisiones con la mejor organización y voluntad. Esto es particularmente cierto en el servicio de aficionados puesto que ninguno de ellos, mundialmente hablando, tiene un determinado canal asignado particularmente. Todos y cada uno tenemos el derecho de la utilización de las bandas autorizadas, pero al mismo tiempo todos tenemos la obligación de respetar el derecho de los demás.

Ni aun las redes (grupos de radioaficionados que se encuentran en una determinada frecuencia a horas convenidas con un propósito común) ni los repetidores (estaciones relé de transmisión/recepción automática en VHF) tienen derecho legal para un uso exclusivo de la frecuencia utilizada, lo cual no quita para que todo radioaficionado consciente procure cooperar al excelente servicio de las redes y repetidores evitando voluntariamente el uso de sus frecuencias para otros usos o comunicaciones, procurando que sus comunicaciones en estas redes o repetidores sean cortas y concisas, dejando espacios en blanco entre transmisiones consecutivas para no restar oportunidades a los demás. Es una cuestión no sólo de organización sino también de EDUCACION.

En las superpobladas bandas de hoy en día, especialmente en fonía, debe ser práctica universal el escuchar unos instantes antes de transmitir por primera vez en una determinada frecuencia y, si es preciso, buscar un lugar libre dentro de la banda y aún iniciar la transmisión con la pregunta "¿está ocupada esta frecuencia?" y proseguirla sólo en el caso de que no se reciba respuesta alguna.

En este comportamiento operativo es donde se conoce al radioaficionado de verdad.

Interferencia deliberada - Es la otra cara de la moneda. Los reglamentos nacionales e internacionales prohiben terminantemente a todo radioaficionado el causar voluntaria o maliciosamente cualquier clase de interferencia a cualquier clase de comunicación o señal radioeléctrica autorizada.

Presencia de armónicos y parásitos - La supresión de radiaciones armónicas y parásitas tiene tres fases: 1) reducción de la amplitud de las inevitables frecuencias armónicas y supresión de los parásitos generados en el transmisor a través de un buen diseño técnico y del uso funcional adecuado del mismo; 2) evitación de las radiaciones espurias desde el propio transmisor y desde los conductores exteriores conectados al mismo, mediante el adecuado apantallamiento o blindaje y el uso de los filtros indicados en cada caso y, finalmente, 3) impedir que los armónicos puedan alcanzar la antena mediante la instalación de los acopladores y filtros adecuados, no permitiendo jamás que la antena pueda quedar directamente unida al electrodo de salida del paso final del transmisor, sin al menos un circuito selectivo entre ambas.

Ruidos en la recepción: su reducción

A-B

Los ruidos presentes en la recepción puede ser de tres clases:

1) Ruido propio del receptor
2) Ruido atmosférico
3) Ruido industrial o generado por el hombre.

Ruido propio del receptor - Es el generado por la agitación y movimiento de los electrones en los propios componentes del receptor. Es el que normalmente puede escucharse desconectando la antena del receptor y avanzando su mando de volumen.

Su reducción no tiene otro camino que la utilización de componentes de calidad y bajo ruido, especialmente en los pasos frontales del receptor (amplificadores de radiofrecuencia y mezcladores) puesto que cualquier ruido generado en estas etapas se verá amplificado en las siguientes, simultáneamente con la señal.

La sensibilidad de un receptor es tanto mejor cuanto mayor es la relación señal/ruido que ofrece como característica técnica propia.

Ruido atmosférico - Es el producido en la atmósfera sin intervención del hombre y que llega al receptor por antena. Depende exclusivamente del lugar y de las condiciones atmosféricas y la única forma práctica de reducirlo en la captación de señales débiles consiste en utilizar la mayor selectividad posible para una audición legible dentro de la modalidad utilizada. Cuando más estrecha es la banda de paso operativa del receptor, tanto menor es el efecto de la interferencia del ruido atmosférico. De aquí la gran ventaja de las señales Morse en condiciones difíciles de recepción atmosféricamente ruidosa.

Ruido industrial o generado por el hombre - La mayor parte de la interferencia ruidosa que sufren los receptores se debe a los equipos industriales y electrodomésticos, y entre ellos en particular a la ignición de los motores de explosión (coches). Al oido, estas interferencias pueden aparecer como un ruido de fritura parecido al ruido del propio receptor pero mucho más fuerte (chisporroteo) originado por gran cantidad de impulsos solapados unos con otros y ocupando toda la banda y cuyos efectos pueden mitigarse aumentando la selectividad del receptor, o como disparos de ametralladora fortísimos ocasionados por impulsos notablemente separados entre sí pero de gran amplitud (motores de explosión).

El origen de la fritura suele ser el chisporroteo de interruptores de acción continua, motores, conmutadores, termostatos, luces o anuncios de gas neón, etc. mientras que la "ametralladora" es el resultado de la chispa de bujía o de cualquier descarga intermitente entre electrodos separados (fugas de corriente alterna en redes de distribución, que de ser muy continuas pueden convertirse en siseo o fritura, cliks de manipulador o interruptor, etc.).

El ruido por impulsos, dada la corta duración de éstos respecto al tiempo de separación entre ellos, puede anularse con el dispositivo "silenciador de ruidos". Cuanto mayor es la amplitud del impulso y menos su duración, tanto más efectivo es este sistema reductor o silenciador de ruido.

El silenciador es un circuito complejo que recoge la señal del impulso, la detecta con un diodo y la convierte en una tensión negativa amplificada para cerrar momentáneamente el paso de señal a través de uno de los componentes activos. Cabe distinguirlo del "limitador", generalmente compuesto por dos diodos en oposición unidos a cualquier punto de paso de señal y convenientemente polarizados para que abran su conducción y deriven la señal a masa en cuanto la amplitud de la misma sobrepasa un determinado valor preajustado .

Clases A y B

[1]Antenas: radiación de un dipolo - Polarización - Antenas para ondas medias, cortas y muy cortas - [2]Antenas directivas: ganancia - Líneas de alimentación de antenas: clases y su acoplamiento al transmisor o al receptor - [3]Protecciones contra descargas atmosféricas.

Clase C

[1]Función de las antenas: [2]directividad - [3]Protecciones contra descargas atmosféricas.

[1]Antenas: radiación de un dipolo

A-B-C

Puede definirse a la antena como un conductor o sistema de conductores, generalmente dispuestos en el espacio libre, con la doble función de radiar energía electromagnética al espacio y de recoger del espacio esta misma clase de energía (antena emisora y antena receptora).

La energía eléctrica de la salida de un transmisor se ve convertida en energía electromagnética por la antena y bajo esta forma es radiada al espacio. En el extremo de la recepción, la energía electromagnética es captada y convertida en energía eléctrica por la antena y bajo esta última forma se lleva a la entrada del receptor.

Para realizar mejor estas funciones, se procura instalar la antena a la mayor altura posible en un espacio libre de obstáculos para que no le hagan "sombra" y pueda así esparcir y captar la energía sobre todo el horizonte. Esto requiere entonces un "sistema de antena" compuesto por la propia antena, una línea de transmisión capaz de transportar la energía de radiofrecuencia en las mejores condiciones posibles, desde el transmisor a la antena y desde la antena al receptor, y un dispositivo acoplador que permita la transferencia de energía a y de la línea de forma eficiente. Ni la línea ni el acoplador son imprescindibles para la función básica de la antena, pero el sistema suele ser preciso y rentable en toda instalación de radioaficionado.

Afortunadamente, en muy raras ocasiones se requieren antenas separadas para la transmisión y recepción de señales dentro de la misma banda de frecuencias. Una misma antena transfiere la energía captada al borne de entrada del receptor con igual eficacia que radía la energía procedente del transmisor. A esta propiedad se la reconoce como reciprocacidad de la antena y se debe a que las características de la antena en sí, son idénticas con independencia de si transmite o recibe señales, siempre que trabaje en la misma frecuencia.

De manera generalizada puede decirse que la función de la antena, en cuanto a su rendimiento, está estrechamente ligada a sus características eléctricas y de radiación. Las primeras están determinadas por

sus dimensiones físicas, especialmente su longitud que a su vez determina su frecuencia de resonancia puesto que la antena se comporta siempre como un circuito sintonizado, y el valor de la impedancia de entrada, Zo, que depende de la disposición de los conductores que la forman y por tanto de su tipo o clase, así como de la situación del punto por donde se alimenta, siendo determinante de la óptima transferencia de energía a y de la antena a la línea. Las características de radiación comprenden la altura a la que se halla instalada, la polarización de la señal emitida (horizontal o vertical) y la directividad con que radía.

La antena básica en el campo de la radioafición es el "dipolo de media onda" constituída por una longitud de alambre o tubo conductor aproximadamente igual a media longitud de onda de la frecuencia de transmisión y alimentada por su punto medio que presenta una impedancia de alrededor de 75 ohmios a la frecuencia de resonancia. A esta antena se la utiliza incluso como patrón comparativo de la bondad y efectividad de otros tipos.

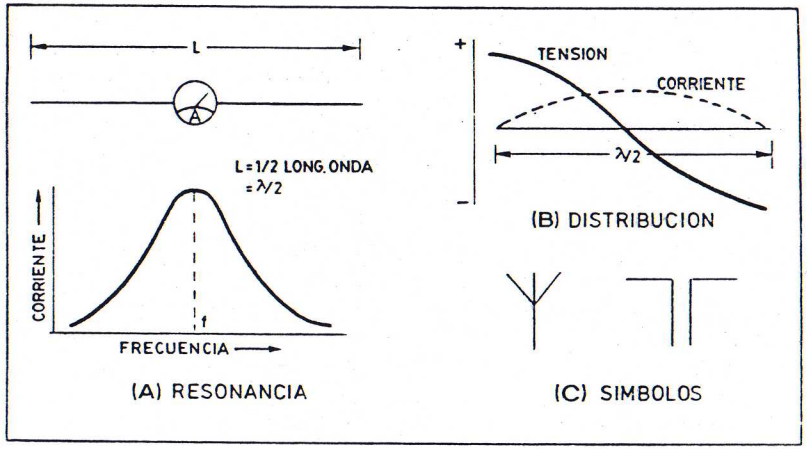


Fig. 58.R - Antena dipolo.

En la figura 58.R podemos ver la funcionalidad de la antena dipolo. Si se conecta un medidor de corriente de radiofrecuencia en el centro de un alambre de longitud L que se halle en el espacio y se induce en él una señal de frecuencia variable, se observa que la intensidad de corriente que circula por el centro del conductor sigue la curva de campana como en los fenómenos de resonancia y el medidor indica la máxima lectura cuando precisamente la longitud L equivale a media longitud de onda correspondiente a la frecuencia de excitación f. De aquí que el dipolo sea "resonante a media longitud de onda".

En el momento de la resonancia, la distribución de la tensión y de la corriente, ambas de radiofrecuencia, a lo largo del conductor L, es la mostrada en (B) de la misma figura 58.R y ello representa las mejores condiciones de aceptación y radiación de energía por la antena dipolo. Los símbolos esquemáticos de la antenas están mostrados en (C) de la misma figura, utilizándose el símbolo de la derecha cuando interesa significar que se trata de una antena dipolo.

Aun cuando teórica y lógicamente la longitud de la antena dipolo de media onda es igual a 150/f(MHz), en la práctica, teniendo en cuenta el efecto capacitivo de las puntas y la sección normal del conductor que la constituye (siempre que se trate de hilo, no de tubo) se utiliza la fórmula

$$L(\text{metros}) = \frac{143}{f(\text{MHz})}$$

para antenas hasta los 30 MHz, siendo L en metros la longitud de extremo a extremo, comprendido el aislador central.

Polarización A-B

Polarización de una antena es la dirección de las líneas de fuerza del campo eléctrico radiado por la misma. Si estas líneas de fuerza son paralelas al suelo, la onda emitida es de "polarización horizontal" y si las líneas de fuerza del campo eléctrico son perpendiculares al suelo, la onda emitida es de "polarización vertical". Las antenas cuya longitud es paralela al suelo emiten en polarización horizontal y las antenas cuyo sentido longitudinal es perpendicular al suelo emiten con polarización vertical.

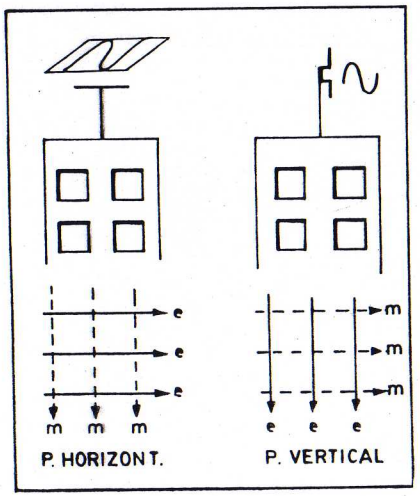


Fig. 59.R - Polarización de la onda emitida.

La Fig. 59.R muestra las dos polarizaciones. La señal radiada se propaga por el espacio y el frente de onda presenta dos campos, el eléctrico (línea continua) y el magnético (línea discontinua) que siempre son perpendiculares entre sí. La dirección del campo ELECTRICO es la que indica la polarización de la onda, que es horizontal en el caso del dipolo paralelo al suelo y vertical en el caso del dipolo perpendicular al suelo, ambas circunstancias mostradas en dicha Fig. 59.R. Las ondas largas suelen conservar la polarización con que han sido emitidas en todo su recorrido, pero las ondas más cortas (VHF-UHF) suelen cambiar de polarización varias veces y con bastante rapidez a partir de su radiación.

La elección de una u otra polarización depende, por lo general, de factores físicos y ambientales ajenos a la propia tecnología de la antena, excepto en casos como la comunicación con los repetidores (en VHF) que utilizan la polarización vertical. Sin embargo el ruido industrial (importante cuando la comunicación no es en FM) tiende a propagarse con polarización vertical y en consecuencia la antena horizontal es menos sensible a la interferencia producida por el mismo. Por otro lado, la antena vertical (con su correspondiente polarización asimismo vertical) situada inmediatamente sobre tierra o sobre un plano de tierra artificial (radiales sintonizados, de longitud medida y situados a altura, justo debajo de la antena, que en este caso toma el nombre de "ground-plane") radía con un ángulo de salida del máximo de señal muy bajo, favoreciendo la comunicación a gran distancia por reflexión con menos rebotes de señal y consecuentemente con menor pérdida de energía en su trayecto.

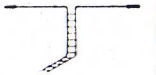
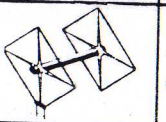
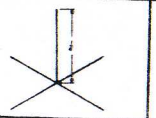
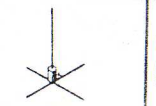
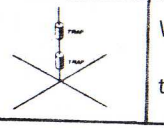
Antenas para ondas medias, cortas y muy cortas A-B

Dentro del servicio de radioaficionados no existe prácticamente diferenciación técnica o de clase entre las antenas para ondas medias cortas y muy cortas; en todo caso son las condiciones físicas de la instalación quienes se imponen. Esto último hace que las antenas para ondas largas sean generalmente de hilo conductor o en todo caso de tubo de aluminio con trampas o bobinas intercaladas para largar artificialmente su frecuencia de resonancia (añadido de inductancia L), no sean giratorias y por lo tanto no puedan variar su directividad.

A partir de los 14 MHz y para las bandas de frecuencias superiores se introducen las estructuras giratorias por medio de un motor o"rotor de antena" eléctrico, presentando una alta directividad (antenas directivas , principalmente Yagis y Quads de varios elementos) y en VHF se llega incluso a utilizar el tipo colineal (de varias medias longitudes de onda alineadas longitudinalmente y separadas por cuartos de onda para su radiación en fase) o los dipolos o Yagis apiladas (stacked).

El cuadro de la página siguiente muestra los tipos y características princiaples de las antenas más comunes utilizadas en las instalaciones de aficionado.Generalizando mucho, podría decirse que:

Para ondas medias: hilo largo, dipolo, V invertida, vertical con trampas.
Para ondas cortas: dipolo, V invertida, Yagi, Quad y verticales
Para ondas muy cortas: dipolo, Yagi, Quad, verticales y colineales.

ANTENA	TIPO	ONDAS	DIREC-TIVIDAD	GANAN-CIA dB	BANDAS	Zo ohmios
	Hilo largo	Medias	Poca	Variable	Multi	?
	Dipolo aliment. coaxial	Medias Cortas	Media	0 (patrón)	Mono	75
	Dipolo con trampas	Todas	Media	0	Multi	75/50
	Dipolo aliment. línea p.	Todas	Media	0	Multi	?
	V invert.	Medias Cortas	Poca	0	Mono	50
	Yagi 3 elemen.	Cortas Muy cortas	Mucha	+ 8	Mono	75/50
	Quad 2 elemen.	Cortas Muy cortas	Mucha	+ 7	Mono	75/50
	Vertical 1/4 onda	Cortas	Ninguna	- 1,8	Mono	30/50
	Vertical 5/8 onda	Cortas Muy cortas	Ninguna	+ 1,2	Mono	50 (acop)
	Vertical con trampas	Medias Cortas	Ninguna	- 1,8	Multi	30/50

[2] Antenas directivas (directividad): ganancia

A-B-C

La radiación de la antena dipolo de media onda (y de algunos otros tipos) no es uniforme en todas las direcciones sino que es más fuerte en la dirección perpendicular a la dirección del conductor que la constituye y es prácticamente nula a lo largo de su sentido longitudinal. Esta directividad alcanza su mayor expresión en las antenas dotadas de elementos parásitos, como los tipos Yagi y Quad, siendo tanto más pronunciada cuanto más elementos parásitos directivos y reflectores contienen.

El hecho de que la radiación sea más intensa en unas direcciones que en otras se debe a que los extremos de la antena de media onda presenta siempre una oposición de fase en sus tensiones (Fig. 58.R-B) y bajo estas condiciones el campo electromagnético radiado por un tramo de antena no llega a un determinado punto distante al mismo tiempo que lo hace la energía radiada por otro tramo de la misma antena.

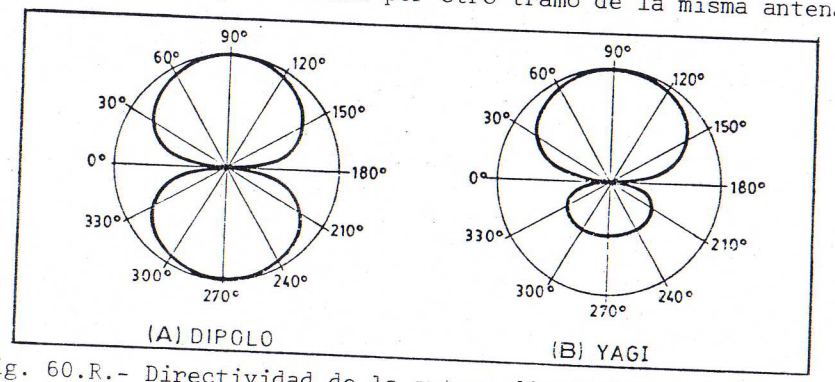


Fig. 60.R.- Directividad de la antena dipolo (A) y de la antena Yagi de tres elementos (B)

En casos extremos, los campos electromagnéticos que alcanzan este lejano punto pueden tener igual amplitud pero polaridad opuesta, anulándose mutuamente y haciendo que no exista radiación en esa dirección, o por el contrario, los campos pueden alcanzar un punto igualmente distante pero en otra dirección, con igual amplitud y polaridad, y estando en fase, sumar su energía y significar el campo más fuerte que la antena emisora es capaz de producir a distancia. En las demás direcciones los campos podrán sumarse o restarse con amplitudes distintas y la señal tendrá valores intermedios.

El fenómeno de la directividad puede representarse gráficamente llevando al papel la fuerza relativa con que un punto lejano recibe la señal de una antena dipolo giratoria que emite con igual potencia en todas las sucesivas direcciones y a la que se supone centrada en una circunferencia de radio unidad equivalente a la máxima fuerza de la señal captada en el punto lejano. La fuerza de la señal captada se

señala proporcionalmente, a escala, sobre el radio correspondiente a cada dirección de giro y la unión de estos puntos forma el diagrama direccional de la antena, que para la antena dipolo toma una forma muy parecida a la de la cifra ocho, como puede verse en la figura 60.R-A, en la que la dirección de la antena es 0-180º la máxima radiación o lóbulo corresponde a los 90 y 270° y es prácticamente nula en la misma dirección de la antena (nodos).

Evidentemente, la antena dipolo (montada a una altura sobre el suelo no inferior a media onda) tiene una característica bidireccional significando con ello que radía más energía en las DOS direcciones perpendiculares a la propia antena que en cualesquiera otras direcciones. En estas dos direcciones tiene una GANANCIA.

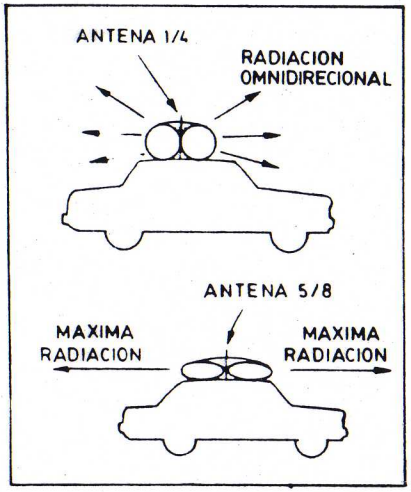


Fig. 61.R - Ganancia de la antena vertical de 5/8 λ.

Naturalmente la antena no crea ni dispone de más energía que la suministrada por el emisor, por lo que la ganancia se debe exclusivamente a una concentración de la energía radiada en una o unas terminadas direcciones en detrimento de la radiación en otros sentidos. El efecto de la ganancia de antena es análogo al de presionar por un extremo uno de esos globos llenos de aire (energía) que se venden como juguetes de los niños; el aire se comprime en el otro extremo del globo, aumentando su volumen y deformándolo, aun cuando el aire contenido en el interior del globo sea exactamente el mismo.

La ganancia no es exclusiva de la antena dipolo. La Fig. 61.R muestra el efecto de ganancia de la antena vertical de 5/8 de longitud de onda (muy popular en los servicios móviles de VHF-FM) con respecto a la vertical de 1/4 de longitud de onda, ambas montadas sobre plano de tierra (techo del vehículo). Ambas son omnidireccionales (radían en todas direcciones a su alrededor) pero las señales reflejadas en el plano de tierra de la 5/8 están precisamente en fase con la emisión de la parte inferior de la antena y en contrafase con la emisión de la parte superior de la antena y el resultado es una mayor fuerza de la emisión con bajo ángulo de radiación en detrimento de la radiación hacia el cielo, lo que en la práctica viene a significar una ganancia de 3 dBs de la antena de 5/8 sobre la de 1/4 de longitud de onda (ganancia equivalente a haber doblado la potencia del emisor) con sólo alargar un poco la longitud de la antena, exactamente en 3/8 de su longitud, y contando siempre con el plano de buena tierra existente

debajo de ella y con un acoplamiento correcto de impedancias.

Antenas directivas A-B

La característica bidireccional de la antena dipolo puede convertirse en radiación unidireccional, con toda la energía concentrada en un solo sentido mediante el añadido de elementos pasivos de longitud resonante a distancias calculadas, para que la radiación resulte en fase en un sentido y en contrafase, anulándose o poco menos,en el otro. Por este procedimiento cualquier tipo de antena puede convertirse en directiva. El diagrama de radiación típico del dipolo (forma de ocho) queda convertido en el mostrado en la figura 1 (aquí Fig. 60.R-B).

Las dos antenas directivas mayormente utilizadas en el servicio de radioaficionado son las denominadas YAGI y QUAD, respectivamente mostradas en la figura 2 (aquí la Fig. 63.R). La antena Yagi está constituída por un dipolo media onda alimentado por la señal del transmisor y, generalmente, dos elementos parásitos (puede tener más). Los elementos parásitos interceptan la señal emitida por el dipolo o elemento excitado y como no están unidos a línea alguna que pueda absorber la energía captada, rerradían la señal con una fase, dada la distancia de separación con el elemento excitado, que viene a sumarse a la de este último en un haz estrecho sobre el horizonte y a restarse en las demás direcciones.

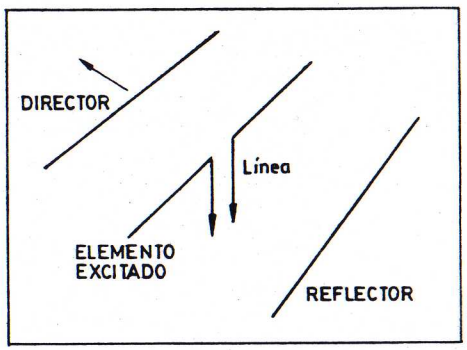


Fig. 62.R - Antena de gran directividad (Yagi).

Los elementos parásitos situados en la dirección de la máxima radiación reciben el nombre de DIRECTORES siendo un 5% más cortos que el elemento excitado. El elemento parásito REFLECTOR se halla por el otro lado, por la parte posterior de la antena o de radiación mínima y es un 5% más largo que el elemento excitado. Nunca se utiliza más de un elemento reflector, y varía el número de elementos directores que puede tener una Yagi. La distancia entre elemento activo y reflector suele ser de 0,15 a 0,23 de longitud de onda de la frecuencia resonante o de trabajo. Los elementos directores suelen estar más espaciados y, en cualquier caso, su longitud es mucho más crítica que la distancia o separación respecto al elemento excitado. Todos los elementos suelen ser de tubo de aluminio y raramente se utiliza esta antena para frecuencias inferiores a los 14 MHz, dadas las dificultades estructurales de su envergadura física.

La antena QUAD se fundamenta en los mismos principios pero los elementos, en lugar de ser dipolos de tubo de aluminio, son cuadros de hilo conductor, como muestra la figura, cuya longitud total por cuadro es de una longitud de onda de la frecuencia de resonancia o trajo de la antena. Dada la mayor envergadura de la antena, raramente se utilizan más de tres elementos (excitado, reflector y ocasionalmente director) obteniéndose con ellos aproximadamente la misma ganancia que con la Yagi de un elemento más.

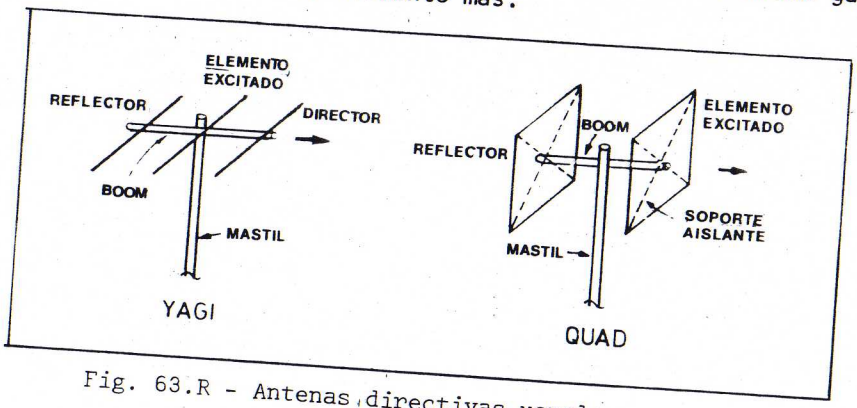


Fig. 63.R - Antenas directivas usuales

Tanto en la Yagi como en la Quad se llama "boom" al travesaño que soporta los elementos con la separación adecuada y que, para la mayor efectividad de la antena, debe poder girar en círculo para que la antena pueda apuntarse en todas direcciones y radiar la energía máxima en cada una de ellas, a voluntad. Generalmente se encarga de este giro un motor eléctrico especial denominado "rotor de antena" y que va montado sobre el eje del tramo final del mástil que sujeta al boom.

La polarización de la radiación de la antena Quad es horizontal si el punto de alimentación de la antena se halla en el lado inferior paralelo al suelo, y es vertical si dicho punto de alimentación se halla en uno de los lados verticales o perpendiculares al suelo.

No es rigurosamente preciso que la forma dada a los elementos de la antena Quad sea precisamente un cuadrado. Puede adoptar las formas más o menos indicadas en la figura 64.R que dan respectivamente el nombre a la antena Quad de CIRCULAR, DELTA y ROMBOIDAL. Evidentemente tal como están mostradas en esta figura, todas las antenas radiarán con polarización horizontal, dada la situación de su punto de alimentación. En cualquier caso, la longitud apropiada o de partida de cada elemento viene dado por la fórmula L = 306/F(MHz) = metros.

La radiación en un solo sentido obtenida por la presencia de los elementos parásitos director y reflector da lugar a una nueva característica de la antena: la ganancia delante-detrás.

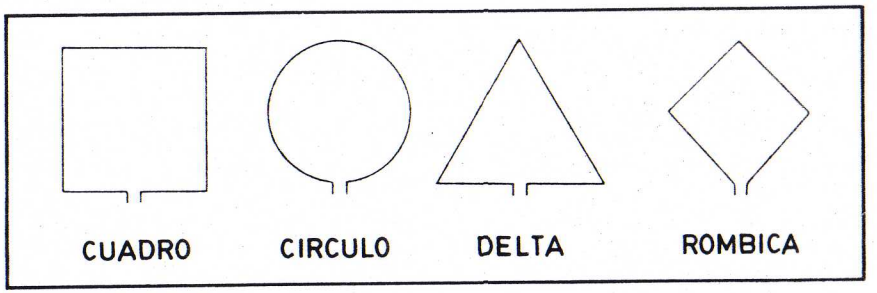


Fig. 64.R - Formas de los elementos de la antena Quad.

Se debe pues distinguir:

Ganancia de una antena: Diferencia en decibelios de su radiación con respecto a una dipolo resonante a la misma frecuencia y situada en el espacio libre.

Ganancia delante-detrás de una antena: Diferencia en decibelios entre la señal emitida en la dirección de la máxima radiación y la señal emitida en la dirección de la mínima radiación o sentido opuesto a la primera, con igual energía de excitación.

Evidentemente, el funcionamiento de la antena directiva es análogo al de un faro marítimo que con sus espejos, concentra la luz en una sola dirección y que hace girar el rayo barriendo todo el horizonte.

Líneas de alimentación de antenas: clases y su acoplamiento al transmisor o al receptor. A-B

En las estaciones de radioaficionado se utilizan tres clases de línea de alimentación de antenas: unifilar o simple hilo conductor, línea de conductores paralelos y cable coaxial, siendo esta última clase la más generalizada.

Línea unifilar - Simple conductor de unión entre emisor-receptor y antena, viene a formar parte de la propia antena, radiando y captando señales de polarización vertical. Es la línea más sencilla y primitiva y requiere un recorrido al aire libre, en el que su radiación no pueda significar un peligro ni una interferencia a otros servicios. Tampoco puede emplearse con antenas directivas por cuanto su radiación y captación modifican y generalmente anulan la característica directiva de la antena. Prácticamente en desuso.

Línea paralela - Existen dos modalidades, una constituída por dos alambres que mantienen igual separación en todo su recorrido por medio de aislantes llamados "separadores" siendo el ai-

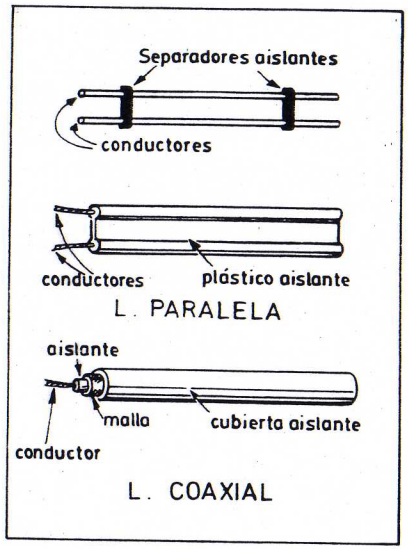


Fig. 65.R - Líneas de alimentación de antena.

re su principal aislante, y otra en la que los conductores son cablecillos que transcurren paralelos siguiendo los bordes de una cinta de plástico prefabricado que al propio tiempo los aisla. A esta última se la denomina también "anfenol" (Figura 65.R). Cada cablecillo radía radiofrecuencia de por sí pero en oposición de fase el uno respecto al otro, de manera que las dos radiaciones de la línea se anulan entre sí y no hay efecto de radiación a distancia siempre que se mantenga el paralelismo y el equilibrio eléctrico, siempre que la línea no transcurra por la proximidad de masas metálicas o conducciones que puedan significar más capacidad para uno que para otro de los dos conductores.

La línea paralela no destruye la propiedad direccional de la antena siempre que transcurra bien equilibrada hasta ella y desde el punto de vista de la longitud resonante de la antena, puede considerarsela como formando parte de ella, por lo que su longitud es crítica (antena con sistema de línea resonante) y para trabajar en toda una banda suele requerir un acoplador junto al emisor, cuyo efecto es el de alargar o acortar eléctricamente su longitud, Esta dificultad se convierte en virtud para que una misma antena pueda trabajar en todas las bandas. La antena dipolo con alimentación de línea paralela y acoplador es la antena más económica y efectiva para poder trabajar en todas las bandas (tipos Levy, G5RV, etc.).

Cable coaxial - Consiste en un conductor (cablecillo) centrado y aislado en el interior de un tubo metálico (malla) que constituye el segundo conductor separado del primero por un aislante que comúnmente es un dieléctrico sólido continuo (puede ser aire o vacío en casos especiales) y todo ello encerrado en el interior de una cubierta de plástico aislante a prueba de intemperie (Fig. 65.R).

La conducción de radiofrecuencia tiene lugar por la superficie interior de la malla y la superficie exterior del conductor central, de manera que los campos electromagnéticos se ven limitados al interior del cable en el que la superficie exterior de la propia malla actúa como blindaje que impide la radiación al exterior. Tiene la enorme ventaja de que puede transcurrir junto a muros, paredes, masas metálicas y dar o seguir los giros que marque su trayectoria más corta, sin desequilibrarse ni producir interferencias por radiación. Resulta

pues una línea idónea para la alimentación de las antenas directivas que la utilizan universalmente.

El diámetro de los conductores y su separación determina el valor de la impedancia característica del cable coaxial y en consecuencia de las líneas de transmisión. Como sea que el valor de la impedancia del punto de alimentación de las antenas dipolos es de 75 ohmios y el de las antenas verticales se aproxima a los 50 ohmios, los cables coaxiales se fabrican en una de estas dos impedancias, exactamente en 75 y 52 ohmios, mientras que la línea paralelo o anfenol suele ser de 300 o 600 ohmios en la mayoría de los casos.

Cuando la impedancia característica de la línea es igual o aproximadamente igual a la impedancia del punto de alimentación de la antena, se obtiene la máxima transferencia de energía entre ambas (en los dos sentidos, o sea en tramsisión y en recepción) y se dice que la línea es "llana", "aperiódica" o "antirresonante".

Si las dos impedancias difieren la impedancia del otro extremo, de entrada de la línea, se vuelve reactiva y sólo presenta el valor de impedancia resistiva igual al de la impedancia característica de la línea cuando ésta tiene longitudes muy determinadas y específicas. En estas circunstancias la línea es "resonante".

En la elección de la línea de transmisión coaxial deben tenerse presentes dos consideraciones importantes: su característica de potencia máxima que puede soportar (dependiente de la sección del conductor y de la rigidez dieléctrica del aislante que lo separa de la malla) y la atenuación o pérdidas propias que dependen del dieléctrico y de la frecuencia de trabajo de la línea (suele indicarse en decibelios por longitudes de 30 ó 100 metros, para cada banda de frecuencias).

La longitud eléctrica de la línea de transmisión (distinta aunque relacionada con su longitud física) es una función de su frecuencia de trabajo que se mide en términos de longitud de onda. Por ejemplo, una determinada longitud física de línea puede representar una longitud de onda a 7 MHz, pero representará una longitud de dos longitudes de onda a 14 MHz y cuatro longitudes de onda a 28 MHz.

La longitud física de una línea siempre es más corta que su longitud eléctrica equivalente. La razón de ellos es que la longitud de onda es la distancia recorrida por la señal en la línea durante un ciclo completo de radiofrecuencia. El tiempo de un ciclo (periodo) depende exclusivamente de la frecuencia, pero la distancia recorrida depende de la velocidad de propagación de la onda a través de la línea de transmisión, que no es igual que en el espacio libre, sino menor. La relación entre la velocidad de propagación a través de la línea y en el espacio libre recibe el nombre de FACTOR DE VELOCIDAD, siendo generalmente de 0,66 para la línea de cable coaxial, de 0,80 para la línea paralelo con aislante de plástico y de 0,99 para la línea parale-

lo con aislante de aire.

Evidentemente para calcular la longitud física que deberá tener una línea para que tenga asimismo una determinada longitud eléctrica debe aplicarse la fórmula:

Longitud física = longitud eléctrica (metros) x factor Vel.

La longitud física de una línea de cable coaxial que deba medir media longitud de onda a la frecuencia de 30 MHz será de: longitud de onda: 300/30 = 10 metros; longitud física de media longitud de onda = (10/2) x 0,66 = 6,6 metros.

Acoplamiento al transmisor o al receptor

La condición de máxima transferencia de energía entre transmisor y línea o entre línea y receptor se da únicamente cuando la impedancia terminal o que presenta el extremo de la línea es de igual valor que la impedancia de salida del transmisor o de entrada al receptor.

En los transmisores el valor de la impedancia de salida suele poderse variar a través del circuito pi entre 15 y 150 ohmios aproximadamente (máxima ROE = 3/1) siendo notablemente más amplia esta variación en los receptores. El extremo de la línea de transmisión debe presentar valores que no sobrepasen los límites anteriores para que pueda haber acoplamiento de la salida del paso final y transferencia de señal a la línea en óptimas condiciones, siendo idóneo el valor de la impedancia característica de la línea. Pero la línea sólo puede presentar este valor en una única frecuencia (para la que estará sintonizada la antena) y el radioaficionado debe poder trabajar en una banda de frecuencias sin que le sea posible alargar o acortar la antena ni la línea (físicamente) en cada sintonía.

Si la variabilidad de los valores que presenta el extremo de la línea en la sintonía de toda una banda, dadas las características de la antena utilizada y de la propia línea, no sobrepasa la capacidad de variación del emisor y receptor, el acoplamiento puede realizarse directamente. Si se pretende la condición óptima en toda la banda de frecuencias (o en todas las bandas si la antena es multibanda), o si los valores terminales de la línea sobrepasan, en más o en menos, al margen de valores del transmisor (pi de salida), es precisa la utilización de un "acoplador de antena" o TRANSMATCH, aparato que situado junto al transmisor hace que éste vea siempre el mismo valor idóneo de impedancia de salida, cualquiera que sea el valor que presente el extremo de la línea (dentro de las posibilidades del propio aclopador, claro está, siempre mucho más amplias que las del propio transmisor o receptor) procurando así la máxima transmisión o entrega de energía a y de la antena.

Un caso típico lo constituye la antena dipolo para la banda de 3,5 MHz (80 metros) cuya amplitud no puede ser cubirta por una sola antena sin acoplador, pues si su frecuencia de resonancia es la central de la banda, hacia los extremos de la misma la ROE sobrepasa el valor 1/3. Es preciso utilizar el acoplador o dos antenas con frecuencias de resonancia a un cuarto y tres cuartos de la banda, de forma que cada una de ellas cubra media banda.

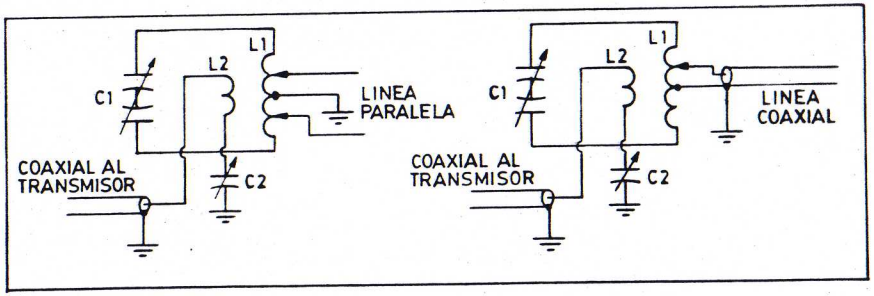


Fig. 66.R - Acopladores de antena.

La figura 1 (aquí la Fig. 66.R) muestra el esquema clásico del acoplador de antena (o mejor diríamos "de extremo de la línea") con salida para línea paralela y con salida para línea coaxial. El acoplador raramente es imprescindible cuando se trabaja con una antena monobanda bien ajustada y no importa perderse los extremos de la misma en las bandas bajas, va haciéndose necesario a medida que aumentan las bandas de trabajo de la antena y es ya obligado para las antenas "toda-banda" y absolutamente imprescindible en las líneas resonantes (paralelo) alimentando a una sola antena para trabajar en todas las bandas. En cualquier caso, el paso final del emisor siempre agradecerá la presencia de un acoplador bien sintonizado a su lado.

Debemos añadir que la presencia del acoplador desempeña una importante doble función, altamente significativa. Como contiene circuitos sintonizados, representa a la vez un excelente filtro para reducir o impedir las radiaciones armónica y subarmónica, capaces de causar una interferencia perjudicial. La figura 2 (aquí la figura 67.R) muestra este efecto "purificador" de la señal emitida, con independencia de la regulación o acoplamiento óptimo de impedancias.

[3]Protecciones contra descargas atmosféricas A-B-C

La precaución más antigua y que sigue siendo de las más efectivas consiste en la instalación de un interruptor de cuchilla o machete, debidamente protegido contra la intemperie, junto a la entrada de la antena,por la parte exterior del edificio y con las conexiones esquemáticamente mostradas en la figura (aquí la Fig. 68.R) que permita

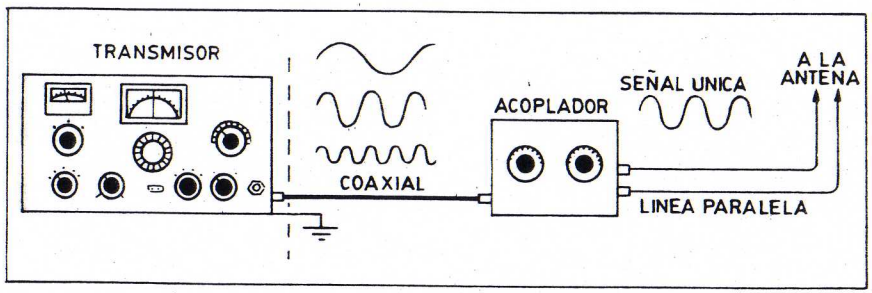


Fig. 67.R - Efecto filtro del acoplador de antena.

conectar o "poner la antena a tierra" cuando no se opera la estación o cuando deba interrumpirse la operación por haber tormenta. El conductor de unión entre línea e interruptor debe ser lo más corto posible para no perturbar demasiado la impedancia de aquélla.

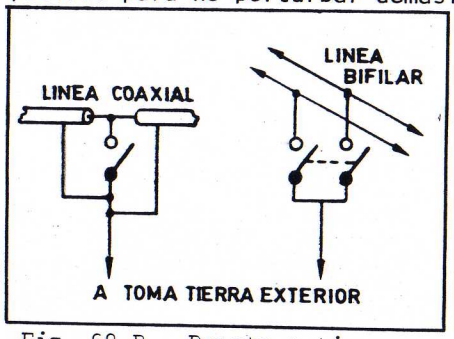


Fig. 68.R - Puesta a tierra de las antenas.

La protección anterior, con todo y ser la más segura, resulta incómoda y tiene el defecto de que la antena no se halla protegida cuando se está operando la estación. Ello ha hecho que modernamente, y sobre todo con el empleo de líneas de cable coaxial, se prefieran los "descargadores de estáticos" o dispositivos con conector ya preparado para su inserción en la línea coaxial, al comienzo de la misma arriba, junto a la antena, y que consisten en una serie de puntas metálicas enfrentadas por las que las cargas estáticas pueden escaparse cuando adquieren un nivel peligroso, pasando del conductor central a la malla puesta a tierra antes de la entrada en el edificio, o a un cable de tierra independiente que sube hasta la antena.

Otro sistema menos elegante, para bajadas uni o bifilares, utiliza una o dos bujías de coche como descargador.

El descargador tiene la ventaja de que la antena se halla constantemente protegida, incluso cuando se está operando la estación, puesto que no afecta al funcionamiento normal de la misma. Tiene el inconveniente de que necesita una carga estática de cierto nivel (siempre superior a la carga de la propia emisión) para entrar en funciones.

Los modernos conmutadores de antena coaxiales llevan siempre una posición de "total puesta a tierra" con el correspondiente borne para la conexión de la misma, aun cuando vayan instalados en el interior.

El peligro de que caiga un rayo directamente sobre la antena del radioaficionado no es mayor que el existente para cualquier otro objeto de la vecindad que se halle a la misma altura. Más que en la propia antena en sí, el peligro estará en la estadística del lugar donde se halle emplazada respecto a las descargas sufridas con anterioridad

Clases A y B

Medidas en audiofrecuencia: indicadores de volumen - Medidas en alta frecuencia: frecuencímetros. Aparatos para la medida de la corriente de antena - Osciloscopio de rayos catódicos, aplicaciones al ajuste de la modulación.

Medidas en audiofrecuencia: indicadores de volumen A-B

Los voltímetros utilizados en la medida de tensiones de corriente alterna son instrumentos de corriente continua a los que precede un rectificador. La respuesta de este rectificador puede ser proporcional a la tensión de pico o a la tensión media de la corriente alterna bajo medida, según que incluya o no un condensador en paralelo con su salida (que se carga a la tensión de pico) y con independencia de que la escala de lectura vaya tarada en unidades eficaces.

En cualquier caso, es necesario conocer la equivalencia entre estas tensiones de pico y media, y la tensión eficaz que señala la escala, para poderla graduar adecuadamente. Esto es fácil cuando se trata de corrientes alternas sinusoidales y de frecuencia fija, como en el caso de la red, pero cuando se trata de medir las tensiones de audiofrecuencia, es imposible conocer esta relación que cambia en cada instante en las ondas complejas de la voz que no son sinusoidales y que constantemente varían en amplitud, forma y frecuencia.

Para las medidas de audiofrecuencia se utilizan los VUMETROS o "medidores de volumen", instrumentos especiales fundamentados en un microamperímetro de cuadro móvil y unos 200 µA de sensibilidad, precedido de un rectificador de toda onda montado en su interior y con escala calibrada en unidades de nivel o decibelios cuyo nivel cero o de referencia equivale a la disipación de un milivatio de potencia en una resistencia de 600 ohmios (dBm), lo cual equivale a una tensión de 0,775 V. La mecánica del instrumento es también especial para poder responder al máximo a los picos de las ondas complejas de baja frecuencia.

Consecuentemente las medidas de audiofrecuencia o de volumen se realizan en niveles en lugar de en unidades absolutas, como voltios o amperios. De la fórmula de la potencia, $W = E^2/R$, puede deducirse cuál será la tensión eficaz equivalente del nivel cero, puesto que

W = 1 milivatio y R = 600 ohmios, para lo cual E = 0,775 V y como cada tres decibelios significa doblar la potencia y cada seis decibelios doblar la tensión aplicada, pueden conocerse los valores de potencia y tensión eficaz equivalentes a cada nivel (3 dBm = 2 mW = = 1,09 Vef; 6 dBm = 4 mW = 1,55 Vef, etc). Lo que no puede saberse nunca es qué relación existirá entre esa tensión eficaz y la tensión de pico que presentará la onda compleja que constantemente varía de forma, amplitud y frecuencia.

En todo caso, el interés del radioaficionado está siempre centrado en la forma y amplitud de pico de la onda de baja frecuencia (para no saturar ni distorsionar la señal en los pasos amplificadores de audio) y para ello resulta mucho más práctico el uso del osciloscopio en lugar del uso del vúmetro.

Medidas en alta frecuencia: frecuencímetro A-B

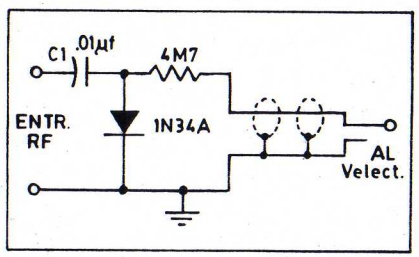


Fig. 69.R - Sonda de RF.

Las medidas de alta frecuencia de interés para el radioaficionado pueden ser de cuatro clases: tensión, potencia, forma de onda y frecuencia de la señal.

Medida de tensión - Al ser la señal bajo medida de frecuencia muy elevada, la capacidad entre el punto de toma de señal y el voltímetro indicador tiene gran importancia ya que puede significar una fuga o pérdida de la propia tensión antes de su medida que resultará errónea. Para evitar esta circunstancia la medida se realiza a través de una sonda de radiofrecuencia unida al voltímetro electrónico, sonda que contiene en su interior un diminuto rectificador de media onda que convierte la radiofrecuencia en corriente continua equivalente en el mismo punto de la toma de señal, evitando el efecto de toda capacidad posterior, seguido de una resistencia elevada para evitar la fuga de toda radiofrecuencia hacia el voltímetro.
La disposición de la sonda está mostrada en la figura (Fig. 69.R).

La sonda de radiofrecuencia utiliza generalmente un diodo de germanio de punta de contacto y muy baja capacidad (del orden de 1 pF) y alta resistencia inversa. La presencia de este diodo impone a la sonda un límite a la tensión eficaz que puede aplicarse y que normalmente no va más allá de 15 o 20 voltios. Para la medida de tensiones más elevadas se utilizan sondas con diodos en serie que se reparten la tensión aplicada.

Medida de potencia - Existen dos procedimientos al alcance del radioaficionado, uno que podríamos llamar "de laboratorio o taller" y otro

"dinámico" o práctico, que por lo general se utiliza exclusivamente para la medida de potencia dirigida a la antena.

El primer procedimiento consiste en utilizar el método anterior de medida de tensión para averiguar la caída de tensión en una carga artificial (generalmente de 50 ohmios y rigurosamente anti-inductiva) y deducir la potencia o tarar la escala del "vatímetro" por la fórmula propia de la potencia $W = E^2/R$.

El segundo consiste en tarar el instrumento del medidor de estacionarias, intercalado a la salida de los emisores y que mide la corriente hacia la antena cuando actúa en "directa", en vatios deducidos de la fórmula $W = I^2.R$ cuando en lugar de la antena se utiliza la carga artificial como tal, requisito indispensable para la corrección de la lectura. (Si la medida se realiza sobre la antena directamente, puede resultar muy falseada por no tratarse de una impedancia resistiva y por las variaciones de su valor con la frecuencia).

De los dos procedimientos, el primero es más preciso y el segundo más cómodo y práctico.

Forma de onda - Se utiliza el osciloscopio que no sólo permite la apreciación cualitativa de la forma de onda de la radiofrecuencia, sea modulada o no, sino incluso la medida cuantitativa de tensión pico a pico, cualquiera que sea la complejidad de dicha onda, la presencia de cortes o saturaciones y de cualquier otra irregularidad, y si el osciloscopio es de buena calidad (base de tiempos calibrada y con disparo controlado) incluso la medida de la frecuencia de la señal bajo observación.

Medida de la frecuencia - Aun cuando el osciloscopio de calidad es perfectamente capaz de medir frecuencias, el radioaficionado se sirve por lo general de dos métodos distintos para la medida de frecuencia: uno clásico por medio del "calibrador" o "generador de marcas" y otro más cómodo y moderno, el empleo del frecuencímetro digital.

El generador de marcas en su forma más sencilla es un oscilador de alta precisión (controlado a cristal de cuarzo) que genera una señal muy rica en armónicos que, al ser detectados en el receptor propio de la estación, señala en el dial de este último la sintonía exacta.

Los límites de las bandas autorizadas a los radioaficionados y aún casi todos los límites de las distintas modalidades de uso del espectro disponible, son múltiplos de 25 kHz. Si el oscilador marcador produce una señal fundamental de 25 kHz, los armónicos, suficientemente amplificados por el receptor, producirán una señal de medida y referencia no sólo en los límites de cada banda sino en intervalos de 25 en 25 kHz a partir de los mismos, dentro del espectro autorizado.

Puede surgir el problema de identificar exactamente la frecuencia

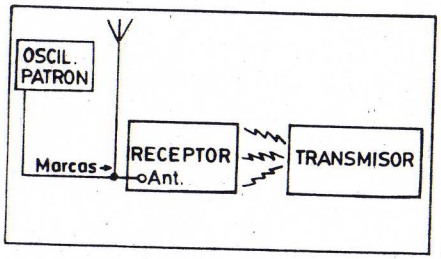


Fig. 70.R - Medida de frecuencia con marcador.

de una marca determinada cuando la calibración del propio receptor sea muy deficiente, problema que resuelven los propios marcadores mediante una conmutación que suele proporcionar marcas cada 100, 50 ó 25 kHz y la identificación inicial de una marca múltiplo de 100 kHz no puede ya presentar dificultad por deficiente que sea la calibración de un receptor de radioaficionado (si fuera así habría que proceder a su ajuste con el generador de radiofrecuencia).

La medida de la frecuencia del transmisor se controla sintonizando su señal en el propio receptor y comprobando con qué marca coincide o entre qué dos marcas entre las que se hallará la frecuencia de transmisión que podrá resintonizarse hasta hacerla coincidir con una marca, y en su caso recalibrar su dial de sintonía. El procedimiento está ilustrado en la figura 70.R.

Cuando se opera con un transceptor en lugar de emisor y receptor separados, el procedimiento se ve simplificado a la localización de marcas en la parte receptora.

Frecuencímetros (o contadores de frecuencia) - Constituye el método de medida de frecuencia más moderno y preciso, capaz de mostrar en cifras visuales el valor de la frecuencia de la señal aplicada a su entrada y que en la actualidad alcanzan hasta márgenes de GHz. La precisión depende del cristal de cuarzo que llevan como referencia, normalmente de fabricación especial para una tolerancia mínima que posteriormente es ajustada por batido con las emisoras de frecuencia patrón. Generalmente se utilizan cristales de 1 MHz como tales referencias, y la señal generada por el mismo sufre un proceso divisor o multiplicador a través de microcircuitos capaces de suministrar información de frecuencia en código binario que se compara con la frecuencia de la señal aplicada y las coincidencias pasan a la pantalla o "display" donde aparecen las cifras luminosas correspondientes.

Otros procedimientos - El dispositivo más sencillo y más antiguo para la medida de frecuencia es el ondámetro de absorción constituído por un circuito tanque de sintonía variable, un dial calibrado y un gráfico de lectura, como está mostrado a la derecha de la figura 71.R. Su defecto principal es que únicamente puede utilizarse cuando se dispone de un buen nivel de radiofrecuencia puesto que el ondámetro debe "absorberla" por inducción del circuito que la genera o amplifica (no sirve para medir frecuencias de las señales de recepción).

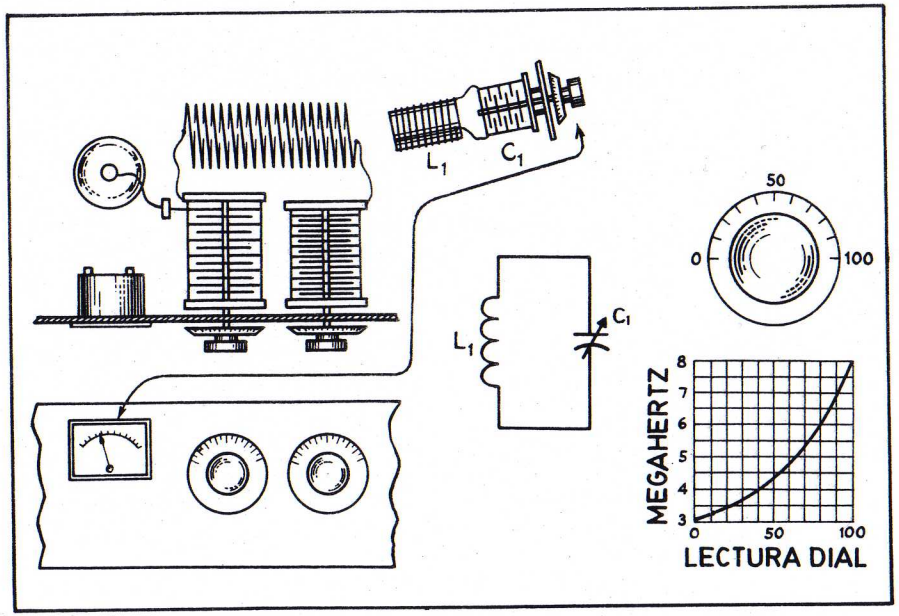


Fig. 71.R - Ondámetro de absorción para la medida de frecuencia.

La corriente circulante por L1-C1 y por lo tanto la energía absorbida del circuito generador de radiofrecuencia será máxima cuando el ondámetro quede sintonizado a la misma frecuencia (resonancia). Esta sintonía, por lo general, requiere el uso de una bobina distinta para cada banda o para cada par de bandas, redundando en una mayor precisión de la lectura. Inicialmente debe realizarse la curva o gráfico de calibración utilizando varias frecuencias procedentes de una fuente que haya sido calibrada por otros medios (p.e. emisor) acoplando el ondámetro a la bobina del paso final, sin tocarla nunca con los dedos, como está mostrado a la izquierda de la Fig. 71.R. Una vez calibrado, el mismo procedimiento sirve para la medida de la frecuencia de emisión.

Cuando la sintonía del ondámetro a través de C1 coincide con la frecuencia en que está emitiendo el transmisor, la lectura de corriente del paso final en el propio instrumento del transmisor experimenta una brusca y máxima disminución, momento en que la lectura en el ondámetro será la frecuencia de emisión bajo medida. El acoplamiento entre L1 y bobina del pi de salida del emisor debe ser lo más débil que permita la producción de un retroceso visible de la aguja del instrumento.

Si la energía de radiofrecuencia es suficiente, puede intercalarse

una pequeña lamparita piloto de incandescencia y la mayor sensibilidad posible (menor tensión de alimentación) en serie con L1 y C1, lamparita que se encenderá con el máximo brillo sólo cuando el ondámetro señale la frecuencia de la señal absorbida.

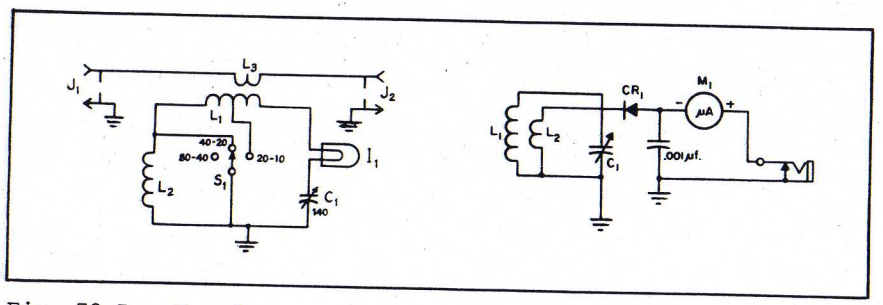


Fig. 72.R - Versiones prácticas del ondámetro de absorción.

La Fig. 72.R indica dos versiones mejoradas del ondámetro de absorción. La primera preparada para ser intercalada en una línea coaxial de alimentación de antena o de amplificador lineal (J1 y J2 son conectores coaxiales) y con la inductancia necesaria para cada banda intercalada por conmutador. Incorpora asimismo la lamparita neón indicadora de la sintonía del ondámetro a la frecuencia de la señal absorbida.

El segundo ondámetro utiliza un devanado de muy pocas espiras, L2, para obtener una mayor corriente de resonancia que el diodo CR1 rectifica y junto con el condensador de 1.000 pF convierten en corriente continua que mide el microamperímetro cuya máxima lectura coincidirá con la frecuencia de resonancia de L1-C1 y por tanto con la frecuencia de la señal absorbida. Un conector de auriculares permite, al propio tiempo, obtener un control de modulación (en AM).

Si a este último ondámetro se le dota de una varilla de antena unida a la parte superior de L1-C1, el aparato puede utilizarse como medidor de campo, al propio tiempo que como medidor de frecuencia, situándolo en las proximidades de la antena emisora. La lectura del instrumento en la sintonía será entonces directamente proporcional a la energía radiada.

El ondámetro de absorción con instrumento se incorpora a otro aparato muy útil para la medida de frecuencia, especialmente de resonancia en circuitos sintonizados activos o pasivos, llamado "MEDIDOR POR MINIMO", de una gran utilidad para el aficionado y que está fundamentado en lo aquí explicado respecto a la Fig. 71.R.

Si el ondámetro de absorción constituye el medidor de frecuencia más antiguo y sencillo, el aparato más moderno y complejo para igual finalidad, que merece mencionarse por su excelentes y múltiples pres-

taciones, es el ANALIZADOR DE ESPECTRO, desgraciadamente por el momento sólo al alcance de los económicamente muy privilegiados, dado su elevado precio. Es capaz de detectar visualmente y simultáneamente medir las frecuencias y amplitudes de todas las señales, fundamentales, armónicas, bandas laterales y parásitas, presentes en el espectro considerada y con una presentación simultánea. El analizador de espectro es una combinación, en un solo aparato, de osciloscopio, generador de barrido y voltímetro.

Aparatos para medida de la corriente de antena A-B

El aparato más confiable para la medida de la corriente de antena es el "amperímetro térmico a base de termopar". El termopar es la unión de dos metales distintos que presenta la propiedad de generar una corriente continua cuando se calienta, proporcional a la temperatura de la unión.

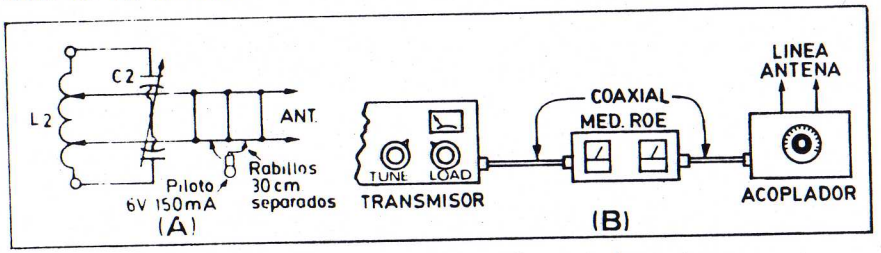


Fig. 73.R - Mediciones en el sistema de antena.

En el amperímetro térmico, la corriente de radiofrecuencia fluye a través de una pequeña longitud de hilo de resistencia que disipa una cantidad de calor proporcional a la energía de radiofrecuencia y que, por proximidad o contacto físico, se transfiere al termopar generándose una corriente que se hace circular por un micro o miliamperímetro cuya escala está graduada en amperios de radiofrecuencia. La principal ventaja del amperímetro térmico dotado de termopar es que su medida es lineal y no se ve afectada por la frecuencia.

El amperímetro térmico se utiliza muy poco en las instalaciones de radioaficionado puesto que interesa más, y resulta más económica, la medida de potencia que la de corriente y, en todo caso, la variabilidad de la corriente de antena a efectos de sintonía, con independencia de su valor absoluto.

En las líneas de transmisión bifilares resulta satisfactorio y mucho más económico el empleo de una simple lamparita piloto en la forma indicada en la figura 73.R-A para mostrar con su brillo si un ajuste proporciona mayor o menor salida de radiofrecuencia hacia la antena. En los transmisores y transceptores modernos, se recoge por acoplamiento capacitivo o inductivo una muestra de la señal de salida

que se detecta o rectifica y se lleva al medidor de corriente continua conmutado y que proporciona una lectura relativa de la salida (OUTPUT RF).

En la actualidad el aparato mayormente utilizado para el control de todo el sistema de antena en las estaciones de aficionado, práctico y económico, es el MEDIDOR DE RELACION DE ONDAS ESTACIONARIAS (ROE o SWR) situado junto a la salida del transmisor, como está mostrado en la figura (aquí Fig. 73.R-B) y que utiliza un acoplamiento inductivo para obtener no sólo la medida relativa de la energía entregada a la línea de antena sino la indicación de cualquier desacoplamiento del sistema o incorrección de la impedancia presentada al emisor, indicando así la bondad y corrección de todo el sistema.

El medidor de R.O.E. lleva generalmente dos instrumento de medida que actúan simultáneamente; uno para la indicación de R.O.E. (o corrección de las impedancias del acoplamiento) y el otro para indicar la potencia de radiofrecuencia transmitida a la línea o a la antena cuando la impedancia es regularmente de 50 ohmios resistivos (cuando el otro instrumento señala la relación 1/1). Su principal inconveniente está en que es sensible a la frecuencia, pero con correcciones fáciles de aplicar en las mediciones de potencia (mando regulador de sensibilidad-frecuencia).

Osciloscopio de rayos catódicos: aplicaciones al ajuste de la modulación A-B

El osciloscopio es el aparato de medida idóneo para el ajuste de los transmisores de fonía. Está constituido básicamente por un tubo de rayos catódicos de desviación electrostática asociado a sendos amplificadores vertical y horizontal, capaz de mostrar la imagen visual de cualquier clase de señales, tanto de baja como de alta frecuencia, sobre su pantalla fluorescente, de manera que ofrece la posibilidad de una interpretación instantánea del funcionamiento de cualquier parte del equipo transmisor o incluso del receptor (seguimiento de señal).

La imagen de la onda está formada por un punto luminoso trazador que se desplaza horizontalmente atravesando la pantalla en un tiempo determinado (barrido horizontal sobre un eje de tiempos) y simultáneamente puede moverse en sentido vertical por la presencia de la tensión de la señal bajo prueba (desviación vertical) y todo ello sin inercia alguna.

Gracias a la retentividad de la pantalla fluorescente, el rapidísimo movimiento del punto luminoso aparece a la vista como una línea continua, de forma que cualquier señal de tensión variable, cualquiera que sea su forma, da lugar a una imagen u oscilograma.

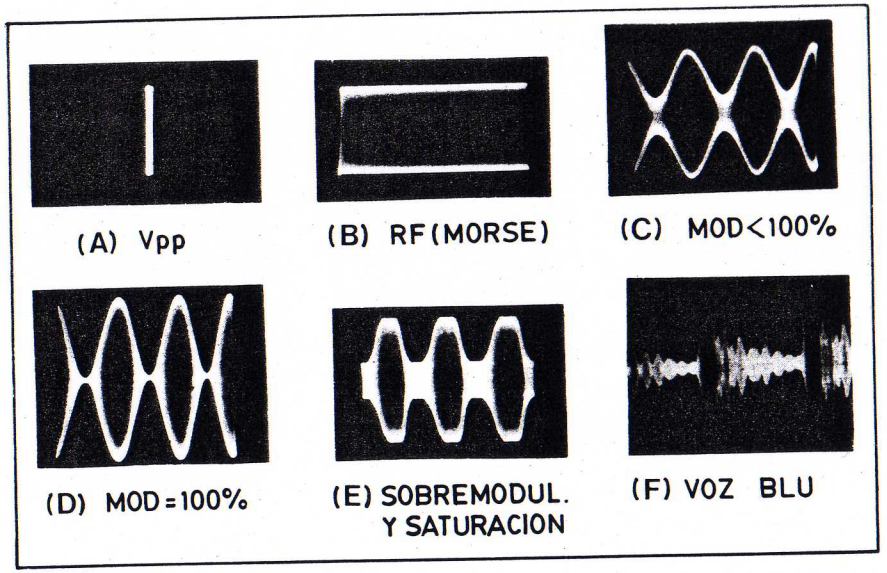


Fig. 74.R - Formas de onda en la pantalla osciloscópica.

Los circuitos del osciloscopio están diseñados de manera que en la desviación vertical el punto luminoso se desplace hacia arriba a medida que la tensión de la señal se hace más positiva respecto a masa y viceversa. La desviación horizontal tiene lugar de manera que el punto luminoso se desplaza de izquierda a derecha efectuando un recorrido o "barrido" lineal con respecto al tiempo en progresión hacia la derecha del eje horizontal, para llegar al margen derecho y pasar rapidísimamente al izquierdo, reemprendiendo un nuevo barrido en el mismo tiempo controlado.

Bastan circuitos sencillos para poder comprobar la modulación de los transmisores, uso principal del osciloscopio para los radioaficionados. La tensión alterna de red de 50 Hz puede constituir una fuente siempre disponible de barrido horizontal de tiempo (o periodo) controlado y la tensión necesaria para la desviación vertical puede obtenerse con facilidad de los circuitos de radiofrecuencia del transmisor o de su propia salida de antena.

La figura 74.R muestra la forma de las imágenes osciloscópicas u oscilogramas. En (A) la longitud de la desviación vertical permite la medida cuantitativa pico a pico de tensiones alternas cualquiera que sea su forma o complejidad de onda; (B) es la presencia de radiofrecuencia en pantalla, con altura proporcional a la amplitud pico a pico de la señal y número de ciclos visibles proporcional a la frecuencia; (C) corresponde a una onda modulada al 50% por una baja frecuen-

cia sinusoidal; (en D) la imagen corresponde a una modulación al 100% o a la imagen de la prueba de doble tono en banda lateral única; (E) evidencia una sobremodulación con recorte de crestas (splatter o emisión espuria) por saturación de algún paso amplificador y, finalmente, (F) presenta el oscilograma propio de la voz humana a la salida de un transmisor de banda lateral única.

Clases A y B

Interpretación de esquemas de estaciones de radioaficionado.

Nota: Ignoramos si esta pregunta del programa se refiere a explicación escrita o a que se proporcionarán esquemas para su interpretación. En cualquiera de los casos será de utilidad cuanto se expone a continuación.

Interpretación de esquemas de estaciones de radioaficionado A-B

El esquema es el plano de cualquier circuito o aparato electrónico Mediante el uso de "símbolos" muestra que componentes comprende y en qué forma deben estar conectados entre sí. Los símbolos son como las palabras del lenguaje electrónico escrito que forman las frases mediante líneas rectas de unión representativas de los alambres conductores.

Los diversos símbolos de comprensión universal son los mostrados en la figura (aquí la Fig. 75.R) que sigue a continuación y, evidentemente. no es posible interpretar ningún circuito electrónico sin el perfecto conocimiento y hábito visual de los mismos.

Junto a los símbolos, los esquemas indican los valores esenciales de los componentes representados, a menos que se trate de expresiones generalizadas de tipo didáctico. Pero nada dicen de la situación real de los componentes en el montaje real ni intentan mostrar cuál debe ser la longitud de cada conductor de unión, informaciones éstas que en todo caso deben obtenerse suplementariamente de los planos de montaje o de las fotografías. Con todo, el esquema sigue generalmente unas normas que pueden resumirse así:

a) La generación o entrada de señal tiene lugar por el extremo izquierdo del esquema, desplazándose hacia la derecha por cuyo margen se hallará su salida.

b) Cuando es necesario que las fuentes de alimentación se incluyan en el esquema, siempre ocupan la base o lado inferior del dibujo.

c) Las antenas siempre aparecen en la parte superior del plano: a la izquierda si se trata de un receptor (entrada de señal) o a la derecha si se trata de un transmisor (salida de señal). Por la misma razón los micrófonos suelen aparecer a la izquierda.

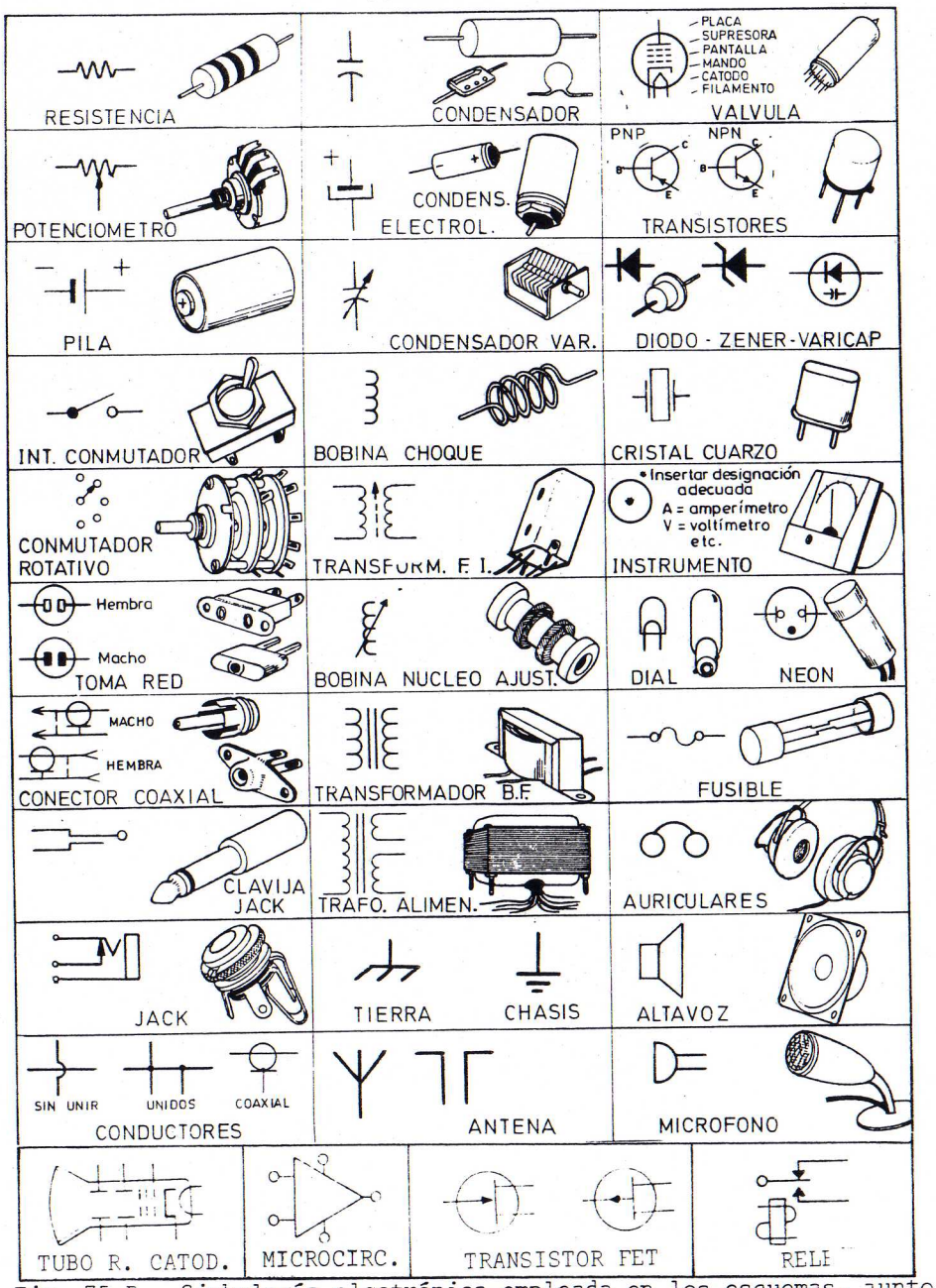


Fig. 75.R - Simbología electrónica empleada en los esquemas, junto al componente que representan.

Para la interpretación inicial de los esquemas son de gran utilidad los llamados "esquemas de bloques" que no utilizan símbolos sino rectángulos o cajetines equivalentes a circuitos o funciones determinadas y unidos a otras funciones o recuadros por líneas en forma secuencial y ordenada.

Otra gran ayuda en la interpretación de los esquemas está en el conocimiento básico previo de la constitución de los aparatos de uso normal para el radioaficionado. La interpretación de cualquier esquema que se ve por primera vez se facilita mucho si previamente se sabe que un receptor superheterodino debe constar de los circuitos amplificador de RF, mezclador, oscilador local, cadena amplificadora de FI, detector y amplificador de baja frecuencia, en este orden, o que un emisor constará forzosamente de un oscilador maestro, amplificadores y paso final, a los que habrá que añadir el amplificador de micrófono y el modulador si es de fonía, cualquiera que pueda ser la complejidad de estos bloques funcionales que el esquema mostrará con detalle.

Clases A y B

[1]Precauciones especiales para evitar accidentes eléctricos en las estaciones de radio - [2]Instalación eléctrica: protecciones generales y de los equipos - [3]Protección contra contactos de las personas - [4]Puesta a tierra - [5]Disposición de antenas y de líneas de alimentación: protecciones contra descargas atmosféricas - [7]Tomas de tierra.

Clase C

[1]Precauciones para evitar accidentes en el manejo de equipos - [1]Locales - [1]Inaccesibilidad de la estación y de su puesta en funcionamiento a personas no autorizadas - [2]Instalación general: aislamiento y protecciones - [3]Precauciones contra contactos peligrosos de la instalación de los equipos - [4]Puesta a tierra - [5]Disposición general de las antenas y de sus bajadas - [6]Protecciones contra descargas atmosféricas - [7]Toma de tierra.

[1]Precauciones especiales para evitar accidentes eléctricos en las estaciones de radio. A-B-C

Las precauciones especiales para evitar accidentes abarcan tres facetas: manejo de equipos, locales y presencia de personas no autorizadas.

Manejo de equipos - Las principales precauciones son:

1) Protección de todo aparato componente del equipo con **fusible** individual de calibre adecuado y con envolvente, caja o gabinete metálico puesto individualmente a una tierra de seguridad (jabalina enterrada o tubería de agua corriente comprobada) como está indicado en la figura (aquí la Fig. 76.R).

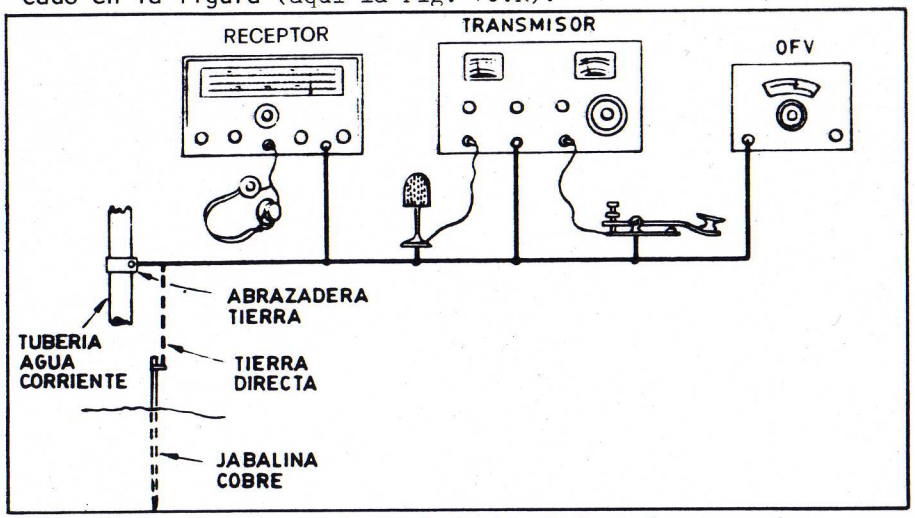


Fig. 76.R - Puesta a tierra individual de todo el equipo.

2) Lo único que jamás debe estar "puesto a tierra" es el propio operador de la estación y para ello deberá evitar operar con el calzado mojado o sobre suelos húmedos (siempre es una buena precaución disponer de una alfombra aislante sobre la que descansar los pies durante la operación de la estación).

3) No urgar ni manipular nunca en el interior de equipos activados (encendidos) o que estén recibiendo señal de otro equipo activado Si fuera inevitable, estudiar antes los esquemas con detenimiento para tener una idea clara de la situación y de lo que debe hacerse exactamente, y aun así, procurar no estar solo durante la operación. Asegurarse siempre de que todos los condensadores electrolíticos o de capacidad peligrosa se han descargado antes de comenzar la manipulación, aun estando el aparato desactivado (apagado). No tocar el interior del aparato con las dos manos a la vez.

4) No tocar ni manejar eje de mando alguno descubierto, que no se halle protegido por el correspondiente botón aislante, ni abandonar la estación dejando aparatos con partes descubiertas.

5) Cuando se presenten fuertes tormentas atmosféricas con gran aparato eléctrico, dejar de operar, cortar la alimentación de red,

poner la o las antenas a tierra y tomar las debidas precauciones para que ninguna otra persona se acerque o toque los aparatos de la estación, especialmente en los días de tormenta eléctrica.

Naturalmente, la importancia de todas estas medidas está en razón directa con la circunstancia individual. No es lo mismo trabajar con un transceptor de VHF alimentado con pilas, que con un emisor con tensiones próximas a los mil voltios en su interior.

Locales - Con un transceptor de poca potencia, alimentado por pilas o rectificador equivalente y con antena de varilla telescópica, se puede trabajar desde cualquier parte. Pero cuando se trata de instalaciones de cierta envergadura y potencia, conviene tomar en consideración la elección o adecuación del local en que va a estar fijamente ubicada la estación, teniendo en cuenta:

1) Luz suficiente con buena iluminación y ventada o abertura al exterior para ventilación y probable entrada de antena. Alcance y buena iluminación de los aparatos separados con un recorrido lo más corto posible por el interior del local.

2) Instalación adecuadamente protegida de toma o entrada de red (sobre todo fuerza) con interruptor general, fusibles o disyuntores generales de protección, tendido bajo tubo protector y a ser posible, tomas y protecciones individuales tras el interruptor general y suficiente capacidad de suministro sin recalentamientos (sección suficiente de los conductores).

3) Posibilidad de una toma de tierra general adecuada, con recorrido lo más corto posible (directa, cañería de agua corriente, etc.) Instalación de la misma con tomas individuales en cada aparato.

4) Espacio suficientemente amplio para poder operar con comodidad y con una distribución ordenada de los aparatos que no impida su ventilación natural (un centímetro de separación entre aparatos) ni pueda significar apelotonamiento desordenado y confuso de conductores de interconexión.

Presencia de personas no autorizadas a manejar la estación.

Cierto grado de inaccesibilidad física a la estación siempre es conveniente, sobre todo si existen niños en el hogar donde se halle instalada. Pero no todo el mundo dispone de una habitación que pueda cerrarse con llave en ausencia del operador, y aun así hay que tener presentes las operaciones de limpieza y ventilación del local, tareas estas últimas generalmente realizadas en ausencia del titular de la estación.

Cuando la estación se halle en una habitación compartida, siempre convendrá instalarla en el interior de un buró con persiana o en el interior de un armario metálico con mesa abatible, mobiliario que proporciona el óptimo grado de inaccesibilidad a los aparatos sin impedir para nada la utilización del resto de la habitación por la familia ni dificultar las tareas de limpieza y ventilación.

Cuando no se dispone de estos muebles, la utilización de un plástico a modo de cubierta de quita y pon, tal vez sujeto a la pared con pinzas, evita la entrada de polvo a los aparatos y proporciona cierta inaccesibilidad a los mismos, aunque no tan absoluta como en los casos anteriores.

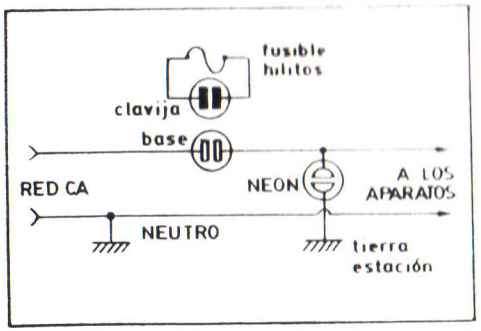


Fig. 77.R - Dispositivo de seguridad.

El dispositivo mostrado en la figura (aquí Fig. 77.R) proporciona excelentes resultados y la máxima economía para impedir la puesta en marcha de la estación por personas no autorizadas. Se trata de una simple base de enchufe colocada en un lugar accesible al alcance del titular en funciones y que QUEDA CONECTADA EN SERIE CON EL POLO VIVO DE LA RED poco antes de su llegada a los aparatos.Los dos polos de la clavija de esta base se unen o cortocircuitan con dos o tres hebras de hilo conductor, según el consumo requerido, de forma que hagan las veces de fusible protector.

En la mayoría de las redes bifilares el neutro se halla puesto a tierra, con lo cual una lamparita neón conectada entre el vivo de la red y la tierra de la estación se iluminará cuando la clavija se halle puesta, testificando así la presencia de alimentación en los aparatos y, simultáneamente, el buen estado de la conexión de tierra de la estación.

El operador guardará la clavija-fusible en un lugar sólo conocido por él (cajón, caja, estantería, etc.); la colocará en su base en el momento de iniciar la operaciones o poner en marcha la estación y la retirará durante su ausencia. Al colocar la clavija en la base, se encenderá la neón o "chivato" indicando esta situación de "estación activada" y el buen estado de la toma de tierra.

Ninguna persona no autorizada tendrá conocimiento del dispositivo ni de dónde se guarda la clavija-puente, y la presencia de una base de corriente simple y vulgar nada podrá divulgar de su misión a cualquier persona ajena. La lamparita neón deberá instalarse en lugar bien visible para el operador, de forma que le baste un vistazo para saber si está o no está dada la alimentación Si la lamparita neón no se encendiera estando la clavija puesta, sólo podría ser debido a la volatización de los hilitos por cortocircuito en la estación o a un

fallo de la conexión de tierra, las dos causas suficientemente importantes para la alarma e investigación inmediata.

[2] Instalación eléctrica: protecciones generales y de los equipos. A-B-C

Todas las fuentes de alimentación de la estación deben alimentarse a través de un único interruptor general que corte los dos (o tres) polos de la red, de forma que todo el suministro pueda cortarse rápida y absolutamente, sobre todo en caso de accidente.

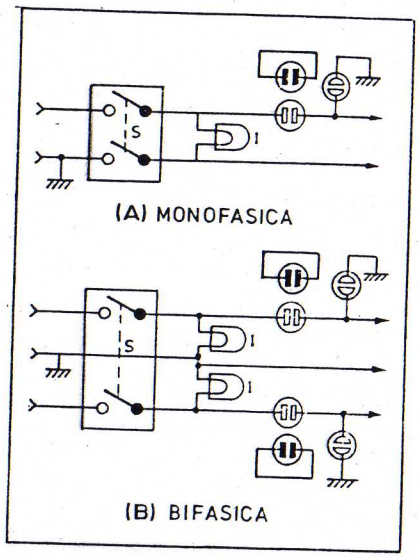


Fig. 78.R - Instalación general con protección.

La Fig. 78.R muestra la instalación correcta, con dispositivo de inaccesibilidad, tanto para la red monofásica como para la red bifásica de tres conductores. A la salida del interruptor general S se hallan una o dos bombillas incandescentes de color rojo utilizadas tanto de testigos de la situación del propio interruptor como para llamar la atención y recordar a cualquier persona dónde se halla el interruptor general, en caso de accidente. Interruptor y bombillas pueden montarse, junto con los disyuntores o juego de fusible de entrada, en una caja metálica puesta a tierra y con tapa en forma de cuadro eléctrico de distribución que podrá incluir asimismo el voltímetro de red los filtros antiparasitarios, etc.

En las instalaciones de cierta envergadura habrá que tener en cuenta el calibre de los conductores de la red para que en ningún caso puedan ocasionar pérdida de tensión ni mucho menos calentarse. Es aconsejable efectuar un tendido de uso exclusivo de la estación partiendo del contador con línea de sección ampliamente suficiente para el consumo previsto y protegida por tubo Bergman que llevará soldadas entre sí las uniones de los diferentes tramos de la cubierta metálica y que se hallará conectada a tierra en uno o más puntos del recorrido (evitación de interferencias).

Si tras pasar por el interruptor y los dispositivos de protección generales la línea debe alimentar varias tomas, se procurará la instalación de bases de enchufe individuales a lo largo de un canal metálico con ventanillas para las mismas (prefabricado en el mercado), canal que quedará también puesto a tierra al objeto de que toda la instalación quede blindada y protegida. En las bases de consumo elevado no deben utilizarse las tomas en T normalmente llamadas "ladrones", y a ser posible, cada toma debiera ir protegida con su fusible individual, en la base o en el aparato alimentado, poniendo mucha atención en que sea del calibre adecuado para el consumo de que se trate.

En cualquier caso se procurará que los tendidos y cables de red, lo mismo de alimentación que de iluminación, transcurran alejados de los cables o líneas de alimentación de antena (evitación de inducciones).

[3] Protección contra contactos de las personas A-B-C

La protección fundamental se expresa con una sola frase:

JAMAS NADA CON TENSION DEBE QUEDAR AL DESCUBIERTO

ni aun provisionalmente, y mucho menos cuando el operador abandona la estación. Para cualquier interconexión deberán utilizarse bornes o terminales cubiertos de aislante y aun mejor bases y clavija apropiadas y dispuestas de manera que nunca pueda quedar bajo tensión la clavija desconectada, sino la base.

La clavija debe ser siempre el final del conductor que queda "muerto" tras la desconexión y la base la que queda "viva", puesto que sus contactos están siempre ocultos y protegidos por el aislante, evitando así toda posibilidad de contacto fortuito con dedos, pies o cualquier parte de la piel o metálica del equipo.

Hoy en día todos los aparatos vienen ya de fábrica encerrados en gabinetes metálicos y lo mismo debe ocurrir con todos aquellos de construcción casera. La cubierta metálica ofrece una protección excelente siempre que quede conectada a una buena tierra.

Con esta conexión a tierra podrán volatizarse los fusibles en el caso de un cortocircuito interno con la cubierta, pero jamás podrá quedar una tensión peligrosa al descubierto esperando "cazar" al primer incauto que toque el aparato. La seguridad depende, consecuentemente, del buen estado de la toma de tierra y de aquí, una vez más, la importancia que cobra, a través del tiempo, las posibles corrosiones y las seguras modificaciones a que se verá sometida la estación en el futuro, la presencia de las lamparitas neón o "chivatos" indicando constantemente el buen estado de la conducción a tierra.

Nunca debiera levantarse la tapa de un aparato que se halle activado (con la alimentación conectada) pero si fuera imprescindible, deberá hacerse con la mayor atención y cuidado. Aun estando desactivado la primera precaución deberá ser la descarga de sus condensadores electrolíticos de gran capacidad.

Los aparatos que trabajan con tensiones altas suelen estar prote-

gidos por relés y microruptores de panel que automáticamente desconectan la alimentación y descargan los electrolíticos peligrosos en cuanto se abre la tapa o se retira un panel exterior. Nunca deben desactivarse estos dispositivos de seguridad y si fuera imprescindible el hacerlo, no debe llevarse a cabo la operación sin antes haber releído cuidadosamente las instrucciones al respecto que figurarán con seguridad en el Manual Técnico del aparato para actuar seguidamente con la mayor atención y conciencia de los peligros.

Siempre que se manipule en el interior de aparatos activados, deberán utilizarse herramientas con mango aislante (destornilladores, ajustadores, alicates, etc.).

4 Puesta a tierra A-B-C

La puesta a tierra debe ser individual, para cada uno de los aparatos o componentes de la estación, incluídos micrófonos y manipuladores (a través de la malla de sus conductores blindados) (como quedó indicado en la Fig. 76.R). En los manipuladores, aunque vayan tapados debe ponerse a tierra el borne de mayor masa metálica expuesta y nunca deben admitirse circuitos de manipulación que presenten una diferencia de tensión en circuito abierto superior a unos pocos voltios. Si es preciso se instalará un relé de manipulación en el interior del aparato, que evite la presencia de tensión en el manipulador.

Los conductores de puesta a tierra deben ser mas bien gruesos (la malla resulta excelente por su flexibilidad y gran superficie de conducción) pero proporcionados a la corriente circulante en el peor de los cortocircuitos hasta la volatización del último fusible protector

No es aconsejable que el mismo conductor de tierra vaya de uno a otro aparato o pieza del equipo; de cada aparato debe salir su propio conductor de tierra hasta la tierra general (tira metálica o borne de toma) con un trayecto lo más corto posible.

Físicamente resulta muy práctico establecer un conductor ancho (cinta de cobre o de latón) descubierto y claveteado con tachuelas en la pared o mesa, conectado por su extremo a la toma de tierra, de forma que transcurra por detrás de todos los aparatos, a lo largo de todo lo que constituye la estación, y al que vayan a soldarse directamente las mallas o conductores procedentes de la toma de tierra individual de cada aparato en particular. De cualquier forma, recordar siempre que

LA CONEXION DE TIERRA DEBE SER LA PRIMERA A EFECTUAR EN LA INSTALACION DE UN NUEVO APARATO Y LA ULTIMA EN SER DESCONECTADA CUANDO SE RETIRA UN ELEMENTO EN SERVICIO.

5.6 Disposición de antenas y líneas de alimentación: protecciones contra descargas atmosféricas. A-B-C

Las antenas requieren dos clases de precauciones en evitación de accidentes: las físicas o estructurales y las eléctricas.

Disposiciones físicas

Inicialmente conviene enterarse en las oficina meteorológica más próxima de la fuerza del viento máxima y la habitual registradas en el lugar, particularmente en las regiones muy ventosas. Si se reside en un lugar próximo a un aeropuerto o ruta de tráfico aéreo, convendrá igualmente averiguar en la Jefatura del Aeropuerto si existen disposiciones oficiales que limiten la altura de mástiles u obliguen a la señalización de los mismos. Ambas regulaciones deberán tenerse en cuenta, si existen, tanto si se pretende la instalación de una antena prefabricada como de construcción propia.

Deberán tomarse las debidas precauciones para distribuir convenientemente el peso de las estructuras de las antenas cuando éstas comprendan torretas instaladas sobre tejados de edificios, casas, etc. con el fin de evitar que todo el peso descanse sobre un área demasiado reducida. En ningún caso será aconsejable valerse de chimeneas para el amarre de los vientos, ya que constituirían una sobrecarga para ellas.

Los vientos que se utilicen para asegurar la estructura deberán ser preferentemente de acero galvanizado, acero revestido de cobre, bronce o cualquier metal poco susceptible a la corrosión, de grosor conveniente para el fin perseguido, pero nunca de diámetro inferior a 1,5 mm. En instalaciones poco corpulentas, los vientos de nylon de calidad (tipo montañero) pueden resultar idóneos.

Si se trata de antena de hilo, convendrá utilizar alambre o cable de cobre recocido, acero revestido de cobre, bronce o cualquier metal buen conductor y resistente a la corrosión, de adecuada firmeza y consistencia, desnudo o con recubrimiento aislante (el aislante poco importa en su utilización como antena). La longitud de la antena determinará el diámetro más conveniente del hilo que la constituya, que en principio debiera ser:

Hasta 10 metros de longitud antena	-	alambre de 1,5 mm Ø
De 10 a 45 m de longitud antena	-	alambre de 2 a 2,5 mmØ
Más de 45 metros de longitud antena	-	alambre de 2,5 a 3,2 mm de diámetro.

Si la bajada es también alámbrica (linea unifilar o paralelo) el diámetro no debiera ser inferior a 1,6 mm. Entre los cables coaxiales mejor el tipo RG8/U que cualquier otro, por su mayor fortaleza física

y sus menores pérdidas de radiofrecuencia (aunque resulte más caro que otros tipos más delgados).

Disposiciones eléctricas

Si se trata de una antena prefabricada (comercial) deberán seguirse al pie de la letra, en todo cuanto sea posible, las instrucciones de montaje que la acompañen (la mayoría de ellas vienen ya preparadas con toma de tierra de seguridad, sobre todo si son verticales). Si la antena es de hilo, deberá quedar aislada en el espacio mediante aisladores especiales de radiofrecuencia en sus extremos o bien mediante tramos de soga de nylon de al menos medio metro de longitud que servirán a la vez de amarres (si se utiliza un buen nylon, no es preciso el uso de aisladores).

Debe evitarse que la antena transcurra paralela a cualquier otro tendido, sea de línea eléctrica, telefónica o de cualquier otro uso, líneas a las que en todo caso deberá cruzar con la mayor perpendicularidad y a la mayor distancia posibles. Deberá quedar especialmente alejada de toda línea o poste de alta tensión y disponerse de manera que cualquier desprendimiento accidental de la misma no pueda provocar el cruce o cortocircuito con otras líneas.

En todo su recorrido y especialmente en los extremos (sobre todo si tiene forma de V invertida o parecida) debe tener altura suficiente para quedar fuera del alcance de las personas y sobre todo de los niños, tanto si está montada con base en el suelo como si lo está con base en una azotea o lugar que pueda ser ocasionalmente frecuentado por otras personas.

Si contiene vientos metálicos, habrá que procurar que ninguno de ellos pueda ser resonante a las frecuencias de trabajo. Si existe este peligro, convendrá dividir los vientos con aisladores adecuados para resistir las fuerzas de tracción.

La bajada, si es de hilo, deberá quedar totalmente aislada y guardando la distancia adecuada para no tocar en parte alguna del edificio y penetrando en él a través del o de los correspondientes aisladores pasa-muros (suelen aprovecharse los marcos de madera de las ventanas). Si la bajada es de cable coaxial, podrá transcurrir pegada al muro, pared o torre metálica, procurando que quede sujeta con las grapas necesarias para que no pueda verse zarandeada en los días ventosos y deberá tenerse cuidado en que no se vea forzado a curvas o giros demasiado cerrados en su recorrido (evitar ángulos de 90°).

Antes de su entrada en el edificio, es conveniente que la bajada termine en un seno (curva colgante) para que pueda escurrirse el agua de lluvia. Si es posible, llevará la correspondiente protección contra las descargas atmosféricas.

Protecciones contra descargas atmosféricas

En alguna parte del sistema de antena (y mejor junto a la antena) debe existir un sistema descargador de la electricidad estática de la atmósfera o la facilidad de poderla conectar directamente a tierra. Preferentemente este dispositivo será exterior, pero puede hallarse también en el interior del local si éste dispone de una buena toma de tierra.

La bondad y buen estado de las tomas de tierra constituirá siempre la mejor protección contra las descargas atmosféricas (véase más información en el Tema de la antenas, desarrollado anteriormente).

[7] Toma de tierra A-B-C

En toda estación de radio deben distinguirse dos "tierras" que pueden coexistir o no en una misma toma: la tierra de seguridad, que es la que principalmente interesa aquí, y la tierra de radiofrecuencia o que forma parte del sistema de antena para la obtención de una buena radiación y que encierra técnicas más complicadas.

La toma de tierra de seguridad tiene aspectos muy distintos según que se deba realizar en una zona rural o en una zona urbana, de gran ciudad, en la que es prácticamente imposible o muy difícil alcanzar la superficie de tierra de manera individualizada y efectiva.

En el primer caso conviene utilizar una barra o jabalina de cobre, de unos dos metros de longitud y un par de centímetro de diámetro que se clavará en el suelo de tierra mayormente húmedo que pueda hallarse en la proximidad, dejando únicamente que asome al exterior un extremo de diez o doce centímetros de longitud y procurando que lo haga en el centro de un pequeño rebaje, hoyo o alcorque de retención de agua. Si es posible utilizar dos o más jabalinas de cobre en lugar de una sola, separadas por uno o dos metros aproximadamente y unidas eléctricamente por medio de un cable enterrado, tanto mejor.

A la parte de la barra que asoma al exterior se soldará un cable de cobre grueso (o malla) que se llevará a la estación por el camino más corto posible y que constituirá la "toma de tierra". Si la zona de la instalación es mas bien seca, convendrá conservar la humedad de la tierra en contacto con la jabalina mediante riegos periódicos de agua con sal de roca diluída (que también puede depositarse en el fondo del alcorque y cuya finalidad es la de mejorar el contacto y la conducción eléctrica de agua y suelo).

En las grandes urbes, donde existe distribución de agua corriente a través de extensas redes subterráneas de tuberías metálicas, al menos parcialmente (plomo, hierro, etc. pero no de plástico o uralita) podrá realizarse la toma de tierra de seguridad en la cañería que pa-

se más próxima a la estación (siempre agua corriente, no de depósito aislante y una vez comprobada su buena conductividad a tierra). Para realizar la conexión soldada debe vaciarse primero la tubería, momentáneamente, mediante el grifo de paso y consiguiente purga, rascarse unos cinco centímetros de longitud de la misma y soldar en ella varias vueltas de lo que será el conductor principal de tierra de la estación, con el extremo bien rascado y limpio. De no ser posible utilizar la soldadura, podrá emplearse una abrazadera metálica con tornillo de presión, de las comúnmente utilizadas para la sujeción de mangueras de riego.

Tanto en un caso como en el otro convendrá comprobar la bondad de la toma de tierra y para ello bastará conectar una bombilla incandescente de igual tensión de trabajo que la red, entre el vivo de la propia red y la tierra recién realizada (o antes de su realización como comprobación previa, para no trabajar en vano en caso de que no sirva). Si la bombilla brilla con toda intensidad, la tierra es buena; si no brilla, habrá que probar el otro polo de la red, y si tampoco brilla, o lo hiciera sin dar su luz normal en cualquiera de los dos casos, habrá que desechar la toma y procurarse otra. En lugar de la bombilla puede utilizarse un voltímetro de alterna, en el que la lectura deberá ser la de la tensión de la red si la toma es aceptable.

No es conveniente utilizar para la estación la toma de tierra de la antena colectiva en los edificios donde exista, aunque cabe la solución como último recurso. Sin embargo, las "estrellas" metálicas utilizadas en dichas tomas de tierra pueden resultar idóneas para la toma individual de la estación, si no se disponde de jabalina, y se vive en lugar que permita la toma directa de tierra.

****

(Fin de la Tercera Parte)

EDICIONES 1981

"AGRUPACIÓ RADIOAFICIONATS CALELLA"

EN EXISTENCIA

- **LIBROS TEMARIOS RESPUESTAS EXAMENES A–B–C**
  (4 ejemplares de 70 pág. cada uno).
  Se remiten conjuntamente al precio de — 800.- Ptas.
- **SUB-NOMENCLATOR EA3** — 200.- Ptas.
- **BOLETIN MENSUAL "PORTAVEU"** Suscripción anual — 500.- Ptas.

BIBLIOTECA A.R.C.

(EDICION LIMITADA – EJEMPLARES DE 70 PAGINAS)

Autor: D. JUAN ALIAGA ARQUE - EA3-PI

	Publicación
1.- TRATAMIENTO DE INTERFERENCIAS (TV, Motores, etc.)	Marzo 1981
2.- COMPONENTES EN GENERAL (Guia del comprador)	Mayo 1981
3.- METODOS OPERATIVOS ESTACION DE RADIOAFICIONADO (HF-DX-SCATTER-REPETIDOR-CONCURSOS-DIPLOMAS)	Julio 1981
4.- INSTALACION Y MANIPULACION DE EQUIPOS (HF-VHF)	Septiembre 1981
5.- ANTENAS (Conocimientos básicos)	Octubre 1981
6.- LINEALES (HF-VHF)	Diciembre 1981

SUSCRIPCION A LOS 6 TITULOS: Ptas. 1.200.-

TITULOS SUELTOS: Ptas. 300.-

PEDIDOS : AGRUPACIÓ RADIOAFICIONATS CALELLA
Apartado 181 - CALELLA (Barcelona)

PAGO: Por giro postal o talón bancario.
No se remiten a reembolso.